

Illinois U Library

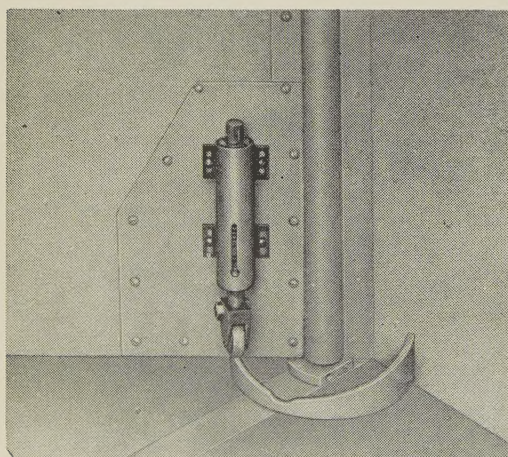
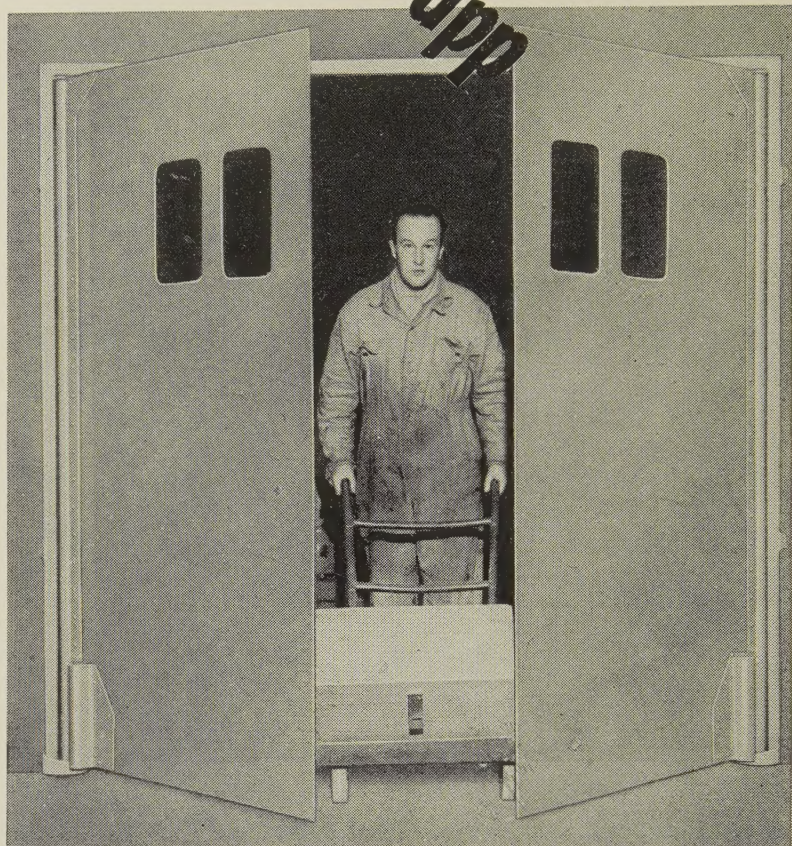
BYGGMÄSTAREN
1953 byggnadsteknik



Stöt till porten och den går upp

ALLHABO balansportar, typ AL, (patentsökta) är körbara i båda riktningarna. De passar vid lätt industri, sjukhus, skolor osv. Beslagen håller portarna stängda även vid starkt lufttryck. Portarna förses med tittgluggar. Max. standardstorlek 2105 x 2015 mm (B x H) i karminnermått.

Portflyglarna består av 4 mm tjocka speciallegerade aluminiumplåtar, fästade vid stålrör, som svänger i lager upptill och nedtill i karmarna. Dessa utföres av UNP-5. Portarna är vidare försedda med ställbara mekaniska stängningsbeslag, som automatiskt stänger portarna utan att dessa rör sig i höjddled.



ALLHABO lätta oömma balansportar spar dyrbar tid



Om Ni har några portproblem så ring eller skriv ALLHABO. Vi skall gärna försöka lösa dem åt Er

ALLMÄNNA HANDELSAKTIEBOLAGET

Brunkebergstorg 15

Stockholm

Tel. växel 23 21 50

Organ för Stockholms Byggnadsförening och Svenska Arkitektföreningen, avd. av Svenska Teknologföreningen. Adress: Byggmästaren, Kungsgatan 32, Stockholm. Tel. 23 31 05. Postgiro 3124.

Redaktörer: Civilingenjör svr Gunnar Essunger och arkitekt sar Tore Virke. Redaktionssekreterare: Arkitekt sar Hillevi Svedberg.

Redaktionskommitté: Arkitekt sar Hans Asplund, civilingenjör Lennart Backmark, arkitekt sar Haqvin Carlheim-Gyllensköld, civilingenjör svr Sture Haag, arkitekt sar Torbjörn Olsson och ingenjör Ernst Wohlin.

Redaktionsombud: Dir. Victor Bährner och länsarkitekt Ebbe Borg, Malmö samt arkitekterna sar Gunnar Hoving och Per-Olof Klang, Göteborg.

Ansvarig utgivare: Arkitekt sar Moje Bergström. I tidskriften gjorda uttalanden stå för författarnas räkning och äro endast om så anges att anse som uttryck för ståndpunktstagande av någon av de föreningar, som utge tidskriften.

Byggmästaren utkommer med 24 nummer om året. 12 nummer behandlar arkitektur och 12 nummer byggnadsteknik.

Prenumerationspriser för helår:

	Sverige Danmark Finland Norge	Övriga utlandet
Endast lösnummer upplaga A+B (24 nummer)	30: —	40: —
Endast lösnummer upplaga A (12 nummer) Arkitektur	20: —	30: —
Endast lösnummer upplaga B (12 nummer) Byggnadsteknik	20: —	30: —
Lösnummer + klotband upplaga A+B	45: —	55: —
Lösnummer + hfr. band upplaga A+B	55: —	65: —

BYGG II

REVIDERAD MED HÄNSYN TILL NYA LAGAR,
NORMER OCH TEKNIKENS UTVICKLING

nu
åter
i
handeln

Klot Kr. 75:—
Skinn Kr. 100:—

Rekvireras i bokhandeln
eller direkt från
BYGGMÄSTAREN
Kungsgatan 32, Stockholm

32 ÅRGÅNGEN

INNEHÅLL

20 SEPT. 1953

DK 691.771

KARLÉN, INGVAR: *Aluminium som byggnadsmaterial*. Byggmästaren 32 (1953) nr B 9, sid. 185—196.

Artikeln skildrar metallens olika egenskaper och deras betydelse med speciell tyngdpunkt på legeringsval, korrosionsbeständighet, ytbehandling och skötsel. Dessa egenskaper är särskilt betydelsefulla för de material som skall användas till beklädnadsändamål, särskilt utvändigt. Goda instruktioner om materialets hantering och skötsel bör utarbetas för att ge lättmetallen ökad användning inom byggnadsområdet. Artikeln illustreras med ritningar och fotografier.

DK 624.014:691.771

EGGWERTZ, SIGGE: *Aluminiumlegeringar i byggnadskonstruktioner*. Byggmästaren 32 (1953) nr B 9, sid. 197—208.

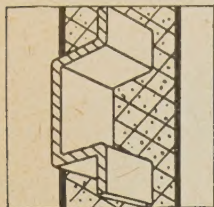
Efter en inledande beskrivning av utförda större aluminiumkonstruktioner ges en översikt av de vanligaste legeringarna och deras egenskaper, statisk beräkning och konstruktion i aluminium, olika förekommande förbindningsmetoder samt aluminiums beständighet emot korrosion och brand. Slutligen sammanfattas för- och nackdelar i jämförelse med stål varjämte ekonomin diskuteras. Artikeln illustreras med ritningar och fotografier.

DK 691.771:69.024.15

HANSON, RUNE: *Aluminium för taktäckning*. Byggmästaren 32 (1953) nr B 9, sid. 209—212.

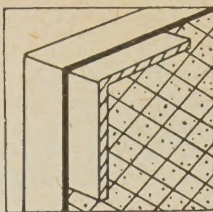
Aluminium har egenskaper som gör det lämpligt som taktäckningsmaterial. Ökad användning som sådant under senare år. Artikeln behandlar olika metoder för taktäckning med aluminium. Aluminiumplåt; dubbel-falsad långplåt, kantveckad långplåt, korrugerad plåt, tvärkorrugerad plåt, aluminiumplattor. Aluminiumfolie, slät eller nopprad. Artikeln illustreras med detaljritningar och fotografier.

HORISONTALSTAG
av 3 mm plåt ger extra motståndskraft vid brand och ökar dörrens livslängd.

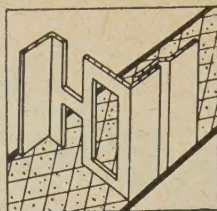


HÖRNFÖRSTÄRKNING

i alla fyra hörnen ger extra stadga och täthet åt dörren.

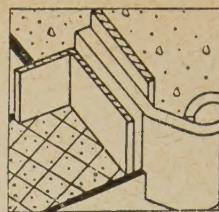


MELLANSTAGEN, de s.k. "hakprofilerna" binder samman dörrplåtarna utan skruv, nit eller svetsförband. Den speciella perforeringen hindrar effektivt värmens genomledning.

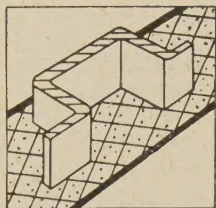


FÖRSTÄRKNING FÖR GÅNGJÄRN

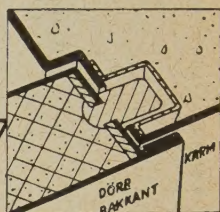
Gångjärnens säkra fastsättning i såväl dörr som karm minskar utgifterna för justering.



VERTIKALSTAG
av 3 mm plåt s. k. "brandstag" hindrar dörren från att bukta sig vid brand. Ökar dörrens livslängd.

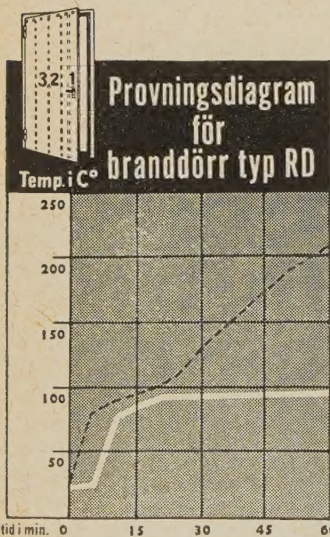
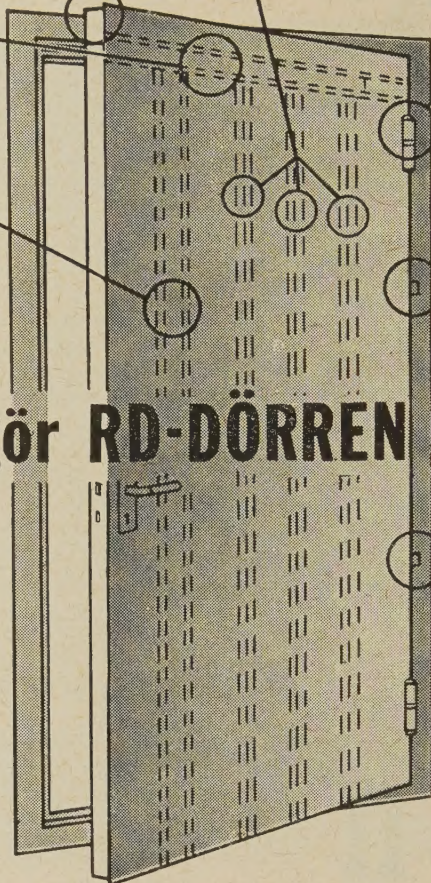


FASTA BAKREGLAR
säkrar dörren i karmen även om gångjärnen deformerats vid brand eller inbrottsförsök.



**Konstruktions-
finesser**
jämte
"kassaskåps-
isolering"

gör **RD-DÖRREN** oöverträffad



Mätpunkternas placering

- 1 Vid låslådan, som utgör ca 2 % av dörrens totala yta.
- 2 På en punkt mellan stagprofilerna, där utrymmet mellan dörrplåtarna enbart utgöres av isoleringsmassa.
- 3 På en av stagprofilerna.

Studera ovanstående bilder! De representera RD-dörrens konstruktiva "mervärden". Tillsammans med den fast gjutna isoleringsmassan bilda dessa "kärnan" i RD-dörren.

Vid officiell brandprovning av RD-dörren erhöles vidstående diagram, som visar tem-

peraturen på dörrens luftsida. Provningsen pågick under 1 timma i en temperatur upp till 925°C och gav detta enastående resultat tack vare massans höga isoleringseffekt. RD-dörren är brandhärdig klass B 1 och fyller dessutom sin uppgift som stark och bekväm gångdörr.

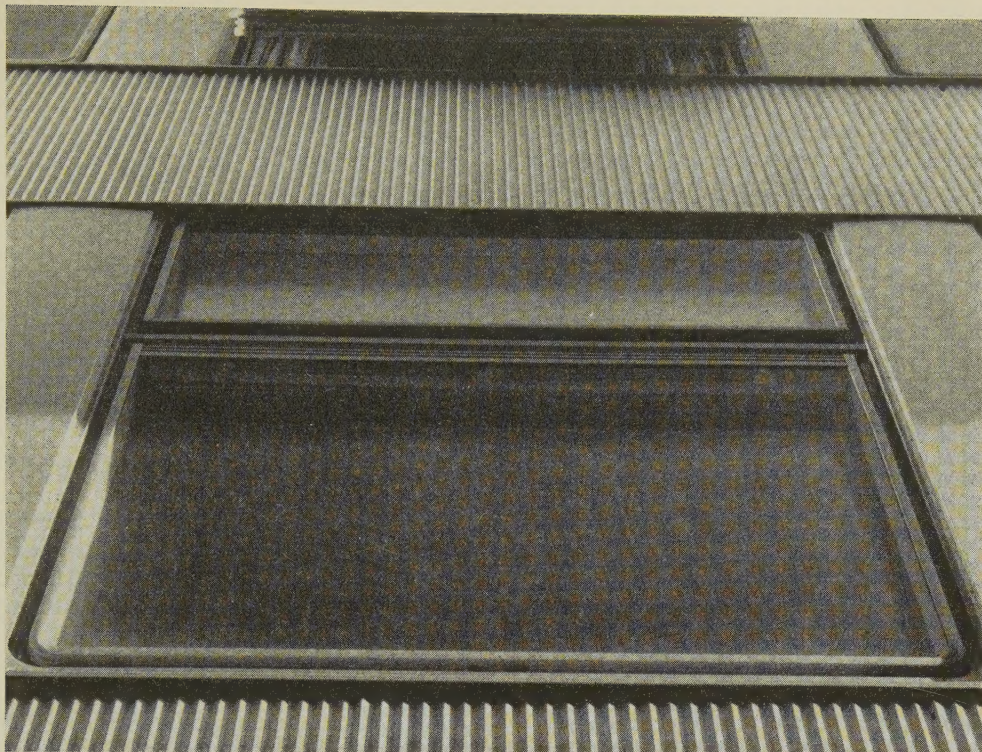
Vill Ni ha fler tekniska data om RD-dörren, skriv eller ring efter vår broschyr.



ROSENGRENS

för vården av värden

E. A. ROSENGRENS AB GÖTEBORG STOCKHOLM MALMÖ NORRKÖPING



ALUMINIUM SOM BYGGNADSMATERIAL

Av civilingenjör SVR Ingvar Karlén

DK 691.771

För ungefär hundra år sedan kom man fram till en lösning av frågan att industriellt framställa aluminium sedan den danske vetenskapsmannen Ørsted 1825 lyckats framställa aluminiummetall. Under 1880-talet började man använda aluminium till dekorativ utsmyckning av byggnader. På 1890-talet lades de första aluminiumtaken. Inom byggnadsområdet liksom inom andra områden har aluminium och dess legeringar sedan dess fått stor användning och utvecklingen synes gå mot en ständig ökning av antalet användningsområden.

År 1947 gick 18 % av den totala Al-produktionen i USA till byggnadsindustrien och nu ligger andelen mellan 25 och 30 %. För Sveriges del var andelen 1947 ca 5 % och är nu större, hur mycket vet man ej med säkerhet. I USA är sedan 1950 ca 25 % av alla nya fönster aluminiumkonstruktioner.

MATERIALEGENSKAPER

Vilka egenskaper hos aluminium och dess legeringar är då särskilt stimulerande för dess användning i byggnadstekniken?

Vinjetten: Fig. 1. Klädsel av eloxiderad aluminiumplåt på Folkets Hus, Stockholm. Vridfönster av aluminium. Detaljer av klädseln anges i fig. 13 och 14. Arkitekt: Sven Markelius. Foto: Sten Vilson.

Sammanfattningsvis kan anges:

Metallen är lätt, sp. vikt 2,7 och har i förhållande till spec. vikten hög hållfasthet vilket möjliggör lätta konstruktioner. Lättheten förenklar och förbilligar hantering och transporter.

Metallen är lätt att forma och bearbeta vid tillverkningen t. ex. genom pressning till profiler även med komplicerad sektion, som väl kan anpassas efter de påfrestningar för vilka den utsättes. Härigenom kan man i vissa fall motverka dess jämfört med stål låga elasticitetsmodul.

Metallen har god motståndsförmåga mot korrosion.

Metallen har god värme- och ljusreflekterande förmåga, givetvis med en ren yta.

Metallen kan ytbehandlas på många olika sätt och därigenom ges ökad korrosionsbeständighet och ett önskat utseende.

Hållfasthetsegenskaper (3, 4)¹

Vid bärande konstruktioner måste man bl. a. beakta att lättmetall inte har någon utpräglad sträckgräns och att elasticitetsmodulen blott är ungefär

¹ Siffrorna inom parantes hänvisar till litteraturförteckning i slutet av artikeln.

en tredjedel av stålets. Den lägre elasticitetsmodulen medför t. ex. att en fritt upplagd lättmetallbalk utsatt för böjning med viss belastning får tre gånger så stor nedböjning som en stål balk med samma tvärsnitt, spännvidd och last. Metallens lätthet tillsammans med en relativt hög hållfasthet möjliggör emellertid, summariskt och alltför enkelt uttryckt, att vid en riktigt genomförd konstruktion viktbesparingar på 30—50 % kan erhållas. En aluminiumkonstruktion, t. ex. en takstol, har därför en vikt som kan ligga vid ungefär 1/2 vikten för en ekvivalent stålkonstruktion. Vikten reduceras även ofta genom att mera ekonomiska sektioner, ofta med tunnare gods, kan användas, bl. a. därför att korrosionsrisken är mindre än för stål. Vid statiska konstruktioner kommer aluminium särskilt till användning vid rätt stora spännvidder, där konstruktionens egenvikt vid t. ex. utförande i stål blir alltför stor del av den last för vilken konstruktionen skall beräknas, t. ex. hangarbyggnader etc.

Aluminium är ett relativt dyrbart material och måste utnyttjas väl för att konstruktionerna skall bli ekonomiska. Härvid bör man försöka att använda de möjligheter till framställning av högt utvecklade konstruktionselement som materialets goda formgivningsegenskaper erbjuder. Man kan sålunda konstruera med friare utformade sektioner, bättre anpassbara till de för varje fall aktuella kraven.

Sammanfattningsvis kan sägas att lättmetallkonstruktioner ställer höga krav på konstruktören.

Övriga materialegenskaper

Lättmetallernas värmeutvidgningskoefficient har ett relativt högt värde, ungefär dubbelt mot stål. Man bör därför beakta materialets utvidgning vid större ytor genom att se till att det blir expansionsfogar och lämplig anknytning till andra material. Tack vare att aluminium har god elasticitet blir de spänningar som framkallas, när rörelsevillkoren är bundna, lägre för aluminium vid en viss temperaturskillnad än för stål.

Beträffande aluminiumlegeringarnas motståndsförmåga mot brand är många frågor ännu oklara. Varsamhet bör iakttas vid sådana konstruktioner, där kravet på brandtryggheten är bestämmande. (17)

En förutsättning för att man skall nå goda resultat vid användande av lättmetaller till olika ändamål är att man väljer den för varje fall lämpliga legeringen — så långt erfarenheter och forskning i dag kan ge råd härom. Legeringen bör erbjuda den önskade motståndskraften mot korrosion samtidigt som den bör uppfylla kraven på god hållfasthet till en rimlig kostnad. Ibland får ytbehandlingar av olika slag bättra motståndsförmågan mot korrosion och ge ytan ett jämnt och tilltalande utseende.

Frågorna om legeringsval, korrosionsbeständighet, ytbehandling och skötsel behandlas närmare nedan.

ALUMINIUMLEGERINGAR

Tabell I visar sammansättningen hos några vanliga legeringar.

Tabell 1.

Sv. Metall- verkens beteck- ning (7)	Närmast motsva- rande beteckningar hos några andra tillverkare ²	Tillsatser %			
		Mg	Mn	Si	Cr
5067 ¹	2 S	—	—	—	—
5578	3 S, Aluman	—	1,25	—	—
6506	50 S	0,7	—	0,4	—
6508	51 S, Anticorrodal	0,8	0,7	1,0	—
6525	57 S, Peraluman 30	2,5	—	—	0,25
6536	57 S, Spec.	3,5	0,5	—	—

¹ Renhetsgrad 99,0—99,5 är den vanligast förekommande.

² S-serien är vanliga engelska beteckningar, som bl. a. användes av Sv. Aluminiumkompaniet. De övriga beteckningarna är schweiziska.

Materialen kan levereras i olika hårdhetsgrader, som för samtliga exkl. 6506 och 6508 erhålles genom kallbearbetning. Legeringarna 6506 och 6508 är hårdbara legeringar, som erhåller sina förhöjda hållfasthetsegenskaper genom upplösningsbehandling och varmvärmdring. Vid beställning skall önskat materialtillstånd anges.

Som en orientering ges några andra betecknings-sätt för materialtillståndet, som överensstämmer med beteckningar enl. tabell I kolumn 2. (6)

Legeringar betecknas med nummer. Al-Si-legeringar har nummer 100—199, Al-Cu-legeringar nummer 200—299 och Al-Mg-legeringar nummer 300—399. Smid- och valsbara legeringar har nummer 2—99 samt bokstaven S efter legeringsnumret. Bokstäver som följer efter legeringsnumret eller vid smid- och valsbara legeringar efter S, anger den hårdhetsgrad eller styrkegrad, som åstadkommits genom varmbehandling eller genom mekanisk formning (spånfri) eller genom bäge i förening. Vanliga beteckningar i detta sammanhang:

H betecknar att metallen uppnått sin största styrka och hårdhet vid kallbearbetning.

P betecknar att legeringen besitter den största styrka, som kan uppnås genom s. k. upplösningsbehandling vid hög temperatur med efterföljande åldring vid rumstemperatur eller något högre temperatur. Jfr även (4).

W betecknar att legeringen endast upplösningsbehandlats och bör åldras vid lågtemperatur för att uppnå högsta mekaniska egenskaper (W betyder sålunda upplösningsbehandlat utan åldring och WP upplösningsbehandlat och åldrat.)

E (extruded) anger att materialets egenskaper är sådana, som materialet får efter strängpressning till stänger, profiler, rör etc. utan annan tillkommande behandling än lagring vid vanlig rumstemperatur.

Där högt korrosionsmotstånd utan eloxidering eller annan ytbehandling önskas bör renhetsgraden vara minst 99,5 %. Legeringen 51S och 57S kombinerar god motståndsförmåga mot korrosion och god mekanisk hållfasthet. Legeringarna 17S, 24S och 26S innehåller koppar och är starkare än de först nämnda men mindre motståndskraftiga mot korrosion och därför sällan använda till vanliga byggnader.

För icke bärande konstruktioner möter man ofta följande legeringar:

Vanl. handelsaluminium med renhetsgraderna 99,0, 99,5, 99,7 %, 2S och 5578, användes till korrugerade takplattor, balkongplåt och annan utvändig beklädnad i form av plattor och plåtar etc. samt aluminiumfolier etc., där hållfastheten inte är av så stor betydelse.

51 SWP (6506 och 6508) användes till t. ex. pressade profiler till fönster etc., där hållfastheten har stor betydelse.

57S (6525) användes till t. ex. persienner etc., där även böjligheten har viss betydelse.

En noggrann diskussion med aluminiumfackmän av lämplig legering för den aktuella tillämpningen bör ske före valet av legering för konstruktionens olika element.

YTSTRUKTURFRÅGOR

Korrosionsbeständighet

Man brukar säga att aluminium är korrosionsbeständigt, men allting är relativt. Den som med korrosionsbeständighet menar en egenskap hos ett material att utan anmärkning beträffande ytans utseende ur estetisk synpunkt ge ett permanent skydd åt olika konstruktionsdetaljer blir dock missräknad. Visserligen bildas på en aluminiumyta av renhetsgraden 99,5 % ett ca 0,00001 mm tjockt skikt av oxidhydroxid, som förhindrar ytterligare oxidation och detta skikt påverkas ej vid de för byggnadsdelar vanliga temperaturerna. Oxidskiktet är segt, starkt och har god adhesion vid metallen. Det är i de flesta fall tillräckligt skyddande, om vissa hänsyn till skiktets egenskaper tages. Men för att få detta skydd effektivt bör ytan hållas ren från smuts och förorening av olika slag, ty dessa har tillsammans med fuktighet lokal korroderande inverkan på metallen. Vidare skall aluminiumytan skyddas från direkt kontakt med mera katodiska, dvs. ädlare metaller — de flesta metaller — och från material och vätskor, som kemiskt reagerar med aluminium. Slites oxidskiktet bort, bildas ett nytt skikt, om riktiga betingelser härför föreligger. Legeringar med tillsats till en viss gräns av enbart mangan, magnesium och kisel, endera var för sig eller i kombination med varandra är i korrosionshänseende i de flesta fall likvärdiga med olegerat aluminium. De vanligaste hithörande legeringarna har angivits i det föregående. Legeringar med tillsats av koppar eller andra tunga metaller har sämre motståndsförmåga mot korrosion än rent aluminium och skyddas därför i många fall genom plätering eller särskild ytbehandling. Där ett skydd av ytan erfordras, bör detta skydd göras på ett effektivt sätt.

Beträffande den varierande motståndsförmågan mot korrosion hos aluminium och dess legeringar kan rent allmänt sägas följande (1,15). Korrosionsmotståndet ökar med renhetsgraden. Korrosionsmotståndet kan ofta förbättras genom värmebehandling. Ingår kisel i aluminium som värmebehandlas förbättras korrosionsmotståndet mot t. ex. utspädda syror. Järn i aluminium verkar försämrande. Icke metalliska

inneslutningar och gaser försämrar korrosionsmotståndet. Tillsatser i legering av magnesium och zink i måttliga mängder tillsammans eller var för sig gör aluminium något oädlare. Stora magnesiumhalter är i allmänhet försämrande. Koppar ingår i duralumin och medför här speciella problem, som kan ge avsevärt försämrad motståndsförmåga mot korrosion. Mangan och titan har ingen större inverkan på korrosionsmotståndet. Krom i små mängder minskar risken för spänningskorrosion hos aluminium legerat med zink, magnesium och koppar. Nickel har dålig inverkan.

Rent allmänt kan sägas att aluminium är ett märkligt material när det gäller korrosionsbeständigheten. I vissa fall är det mera korrosionsbeständigt än koppar, järn, rostfritt stål etc. och vid andra tillfällen stoppar det inte alls. Man måste därför försöka att noggrant analysera de förevarande omständigheterna och därpå genom noggrant val av legering, legeringskombination, pläteringssätt, annan ytbehandling, riktig konstruktionsutformning försöka finna rätt väg.

För byggnader är den atmosfäriska korrosionen av det största intresset. Ett villkor för korrosion är fuktighet eller vatten i olika former, t. ex. droppar, tunna hinnor etc., vilket villkor ju vanligen är uppfyllt för byggnader. Man bör därför se till att konstruktionerna utföres så att fickor med stillastående förorenat vatten förebygges. Om man har estetiska krav på t. ex. fasadklädsel bör man se till att den kan spolas ren av regnvatten. Entrépartier som man har särskilt höga krav på bör kontinuerligt tvättas (jfr nedan).

Korrosionen är en mycket komplicerad process (13,1), betingad av ett stort antal faktorer:

faktorer, som står i samband med aluminiumföremålet, t. ex. ytans homogenitet, spänningsdifferens gentemot andra ledande ämnen i kontakt etc.

faktorer, som råder i det omgivande mediet, t. ex. relativ fuktighet, damminnehåll, kemisk sammansättning etc.

andra faktorer, t. ex. temperatur, angreppstid, ljus- och värmestrålning, vibrationer etc.

Olika typer av korrosionsfenomen finns vid aluminium. Man brukar skilja på likformig ytkorrosion och ojämnt fördelat korrosionsangrepp. Den förra korrosionstypen uppkommer t. ex. i en behållare där syror eller alkalier likformigt angriper ytan. Det ojämnt fördelade angreppet sker lokalt, varvid kan bildas gropar (gropkorrosion) och detta går ofta anmärkningsvärt snabbt. Angreppet beror i regel på bildade lokalelement försakade av inhomogeniteter i metallen till följd av t. ex. vissa intermediära faser, inneslutningar av oxider eller gasfyllda porer. Lokalangrepp inträffar därtill ofta vid valssprickor, under avlagringar och indunstningsrester. Även fullt neutrala föremål som träkolsstycken, olja etc. kan ge upphov till sådana korrosionsangrepp (jfr fig. 2).

Spänningskorrosion uppkommer genom samverkan mellan korrosion och mekanisk spänning. Korrosionsangreppet koncentreras därvid till korngränsområdet.

Skiktkorrosion lokaliseras till vissa inhomogeniteter i form av skikt i huvudsak parallella med och under metallytan. Jfr fig. 2.

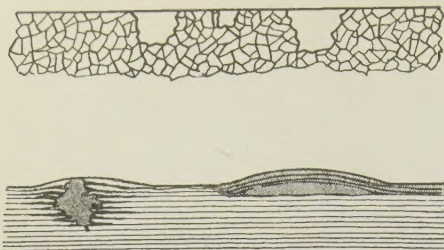


Fig. 2. Olika former av lokala korrosionsangrepp (15).
Överst: Gropkorrosion (spittnings) (homogen struktur).
Nederst: Skilkorrosion.

I fråga om korrosion är följande synpunkter viktiga:

Då fuktinverkan kan befaras är det alltid risk med ledande kontakt mellan aluminium och andra metaller och t. o. m. mellan olika aluminiumlegeringar inbördes, om de är sinsemellan så olika som olegerat aluminium och duralumin. Detta beror på stor spänningsdifferens mellan metallerna, som ger upphov till elementbildning. Man bör skyddsmåla eller på annat sätt skyddsbehandla vid sådana ställen där det finns särskilt stor risk för korrosion, t. ex. vid mellanrum mellan angränsande delar, såsom i vissa fogar, vid skarvar mellan aluminium och annan metall.

Korrosionsfaran bör beaktas då det gäller kontakt mellan aluminium och följande för byggandet vanliga material: järn, trä, betong, kalk, cement, kalkbruk, särskilt innan det har bränt, magnesiumklorid, lim innehållande alkalier och kvicksilversalter, vissa tjäror, koppar etc. För att skydda aluminium som ej erhållit särskild ytbehandling kan t. ex. följande åtgärder vidtagas:

Man bör ej använda stålspik eller stålskruv (galvaniserat material av hög kvalitet kan dock användas även om aluminium eller vissa rostfria kvaliteter är lämpligast till spik eller skruv) för att fästa aluminiumplattor med. Om fuktigt trä och lättmetall kan beräknas komma i beröring med varandra i en konstruktion bör impregnerat eller målat virke användas eller asfaltpapp läggas emellan (ej impregneringsmedel innehållande kopparsalter). Stöter aluminium ihop med fuktig betong eller murverk bör ett skyddande asfaltskikt eller asfaltpappskikt anordnas. Ju svårare förhållandena beräknas bli ur korrosionssynpunkt, desto större försiktighet bör iakttagas, t. ex. diffusionstät asfaltpapp bör väljas etc.

Här ges några exempel på undersökningar eller samlade erfarenheter för att ge en uppfattning om korrosionsangreppens storlek.

Enligt Met. Handbok 1948 (15) brukar angreppsdjupet efter ett års utsättning i industriområden vara 0,03–0,10 mm. Efter denna period har oxid-hydroxidskiktet blivit så tjockt att angreppets fortskridande upphör eller sker mycket långsamt. Efter 10–20 år är sålunda angreppsdjupet oväsentligt större än efter 1 å 2 år. I kustområden kan viss gropkorrosion inträda men även dessa angrepp upphör med tiden av sig själva så att angreppsdjupet endast blir omkring dubbelt så stort som i industriområden.

Enligt (32) fann man i undersökningar gjorda av ETH, Zürich, vid aluminiumtak av 0,7 mm plåt i närheten av rangerbangård i Bern med stark SO₂-atmosfär och med sot under 50 år en total avfrätning av 0,05 mm.

Enligt redogörelse i (5) har Aluminium Laboratories Limited, Banbury, England gjort undersökningar av aluminiumlegeringar utan ytbehandling i allmän industriell och marin atmosfär. Angreppsdjupet mättes i mm.

I ett 10-årsprov i »lantlig» atmosfär blev angreppsdjupet ca 0,0025 mm per år.

I industriatmosfär fick man ett maximalt djup i korrosionsgropar av i medeltal 0,076 efter ett år medan det efter 10 år endast var 0,1 mm, vilket innebär i medeltal endast 0,0028 mm per år för de sista nio åren. Ungefär samma värden har uppmätts på andra håll.

I marint klimat blir angreppet större, särskilt om direkt kontakt med saltvatten erhålles. Ett fall refereras från engelska kusten. Efter 13 år befanns det maximala djupet i korrosionsgropar vara 0,16 mm och medeldjupet ca 0,05 mm, vilket innebär ett årligt medeltal av resp. 0,011 mm och 0,0038 mm. Som en slutsats av de olika mätningarna i olika klimat anges att för de fyra studerade legeringarna¹ erhöles ett kontinuerligt pågående gropangrepp av gropkorrosion till ett djup av ca 0,003 mm per år under de flesta betingelserna även i industriell och marin atmosfär. Under de första två åren är det emellertid skillnad mellan angreppen beroende på byggnadens läge och atmosfärens karaktär och det föreslås att man i de flesta fall bör kunna räkna med det första årets angreppsdjup till 0,15, 0,10 resp. 0,05 mm.

För de vanliga svenska legeringarna anges följande värderingar av korrosionsmotståndet (6):

Legering	Korrosionsmotstånd		
	allmän atmosfär	industriell atmosfär	marin atmosfär
5067, 2S, plåt, profiler, rör	A	B+	A—
5578, 3S, plåt, korr. plåt ..	A	B+	A—
6506, 50S, profiler M	A—	B	B+
W	A—	B	B+
WP ..	B+	B—	B
6508, 51S, profiler W	B+	B—	B
WP ..	B	C+	B—
6525, M57S, plåt, profiler, rör	A	B+	A—

Följande beteckningar för motstånd mot korrosion i olika atmosfärer har använts:

A = under vanlig utsättning för väder och vind kommer ytan med tiden att utsättas endast för mindre åverkan.

B = om ytan är omålad, nedsättes dess mekaniska hållfasthet, vilket ej har så stor betydelse, då normala säkerhetsfaktorer användas vid konstruktionsberäkning.

C = råd bör tagas före användning utan skyddsåtgärder.

+ och — anger nyanser.

¹ 2 S, 3 S, 50 S och 51 S.

Hur ser då den angripna ytan ut efter en tid? Angreppen av väder och vind påskyndas av fukt och smuts på ytan. På svaga punkter brytes oxidskiktet igenom och där bildas ytterligare aluminiumoxid-hydroxid, beläggningens tjocklek ökas därvid fläckvis och det nya oxidskiktet försvårar fortskridandet av angreppen i fläckarna tills ytan får en alltmer jämn fördelning av angreppet. Smutsen i luften ger färgen åt ytan, t. ex. grå i industriatmosfär, vit i ren marin-atmosfär.

Ur (5) kan refereras vissa sammanfattande synpunkter:

I landsbygdsatmosfär kan aluminium behålla sin blanka yta utan rengöring under flera år men mörknar kontinuerligt med bibehållande av en glatt yta.

I industri-atmosfär går denna förmörkningsprocess mycket snabbare och ger efter flera års påverkan ojämn med metallen väl fastsittande film och metallen får ett utseende liknande väderbiten natursten.

I marin atmosfär får aluminium ett fläckigt utseende med ljusa och mörka fält.

Regnvatten motverkar klimatpåverkan av aluminium för alla klimattyperna, vilket gör att de konstruktionsdelar som ligger i skydd för regnvatten påverkas fortare än de andra. Om man vill behålla metallens blanka utseende genom åren, bör man regelbundet rengöra densamma (jfr nedan under »Skötsel»). Om man inte gjort denna kontinuerliga rengöring och metallen blivit ful kan man ofta göra en restaurering av ytan till blankt utseende genom speciella behandlingar, t. ex. med våt stålull, tvål och vatten.

De synpunkter som lämnats beträffande ytans ytseende gäller i lika hög grad obehandlad och eloxiderad aluminiumlegering av de i (5) undersökta. Det är inte alltid som den eloxiderade metallen bibehåller en bättre yta än en obehandlad. En icke rengjord eloxiderad yta i oren atmosfär kan ibland ge sämre resultat än en obehandlad. Rengöringen är sålunda synnerligen betydelsefull.

Ytbehandling

Genom ytbehandling av olika slag kan lättmetallens korrosionsbeständighet förbättras och dess utseende anpassas efter olika krav och ev. ges en viss färg, vilka kan vara mycket varierande beroende på att ett mycket stort antal ytbehandlingsmetoder kan användas. Metoderna är mekaniska, kemiska samt elektrokemiska och kan ske även genom målning, lackering och plätering.

Den mekaniska bearbetningen ger olika typer av blanka och matta ytor genom t. ex. smärgling, polering, sandblåstring och borstning med stålborste eller fiberborste. En nyborstad yta skyddas genom klarlackering. Blåstring ger en jämn matt yta med färgton efter blåstringsmaterialet från ljusgrå till blågrå. Fiberborste ger en matt yta och stålborste en s. k. sammetsmatt yta.

Den kemiska ytbehandlingen i bad av olika slag ger ytor av varierande typer och även ytskikt lämpliga för målning.

Den elektrokemiska ytbehandlingen innebär i allmänhet oxidation eller polering. Den viktigaste pro-

cessen är anodisk oxidation som sker i ett elektrolytiskt bad med aluminiumelementet som anod. Anodiskt behandlat aluminium kallas Eloxal-behandlat såsom en förkortning av *elektrolytisk oxiderat aluminium* eller eloxiderat. Eloxideringen ger ett anodiskt oxidskikt på aluminium av vanligen 0,001—0,02 mm tjocklek. Skiktet är sprött och aluminiumelementet måste därför ha fått en färdig form före eloxideringen. Anodisk oxidation användes för att ge gott underlag för målning eller för att öka aluminiumytans korrosionsmotstånd eller för dekorativt ändamål. Eloxalskiktet har högre slitstyrka än det naturliga oxidskiktet. Färgen hos skiktet beror på den använda elektrolyten, legeringen, elströmmens egenskaper, oxidationsmetod etc. Man kan få genomskinliga och klara skikt och man kan få grå, mörkgrå, svarta, svagt guldfärgade, bronsfärgade, grönaktiga m. fl. skikt. Oxidbeläggningen kan ges olika hårdhet, hållfasthet och inträngning i metallen. Genom själva eloxideringsprocessen fås ett otätt och poröst oxidskikt, som måste tätas, vilket kan ske på olika sätt t. ex. kokning i vatten. Innan skiktet tätats har det möjlighet att ta emot vissa färgämnen, som fixeras vid tätningen. Oorganiska pigment är vanligen mera ljusakta än organiska och därför mera lämpade för utomhusbruk än dessa. Man kan låta oxidfilmen suga upp ljuskänsliga salter och med hjälp av fotografiska negativ få fram önskade positivbilder i ytan.

Starka aluminiumlegeringar har i regel sämre korrosionsmotståndsförmåga än svagare. Man brukar i vissa fall pressa samman ett enkel- eller dubbelsidigt skikt av t. ex. renaluminium på materialet under värme vid utvalsningen, s. k. plätering. Pläteringen sitter väl fast vid underlaget och är tät. Galvanisk kromplätering användes t. ex. vid dörrhandtag.

Målning och lackering av aluminium användes av dekorativa skäl och för att ge ytan ökat korrosionsmotstånd. Detta kapitel kräver sin särskilda behandling och utelämnas här.

Skötsel

Smuts och fukt bör i allmänhet undvikas om aluminiumytorna inte skall få sitt utseende förvärrat genom därav uppkommen ojämt verkande korrosion. Önskar man bibehålla ytornas ursprungliga utseende någorlunda bör utvändiga ytor regelbundet rengöras från sot och smuts med vatten, tvål eller andra milda rengöringsmedel (soda, alkalier, stålull särskilt torr sådan etc. är skadliga att använda). Rengöring bör ske efter förhållandena, i allmänhet 2—3 gånger per år.

Eloxiderade detaljer ytbehandlas med fördel med vax eller om de ligger intill trä med möbelpolityr. Eloxiderade detaljer som smutsats ger i besvärlig atmosfär med tiden en yta med sämre utseende än en vanlig metallyta, varför eloxiderat aluminium helst bör användas utomhus på sådana ställen där det kan rengöras eller där kravet på blankhet inte är så stort.

Invändiga aluminiumdetaljer kräver inte så stor uppmärksamhet som utvändiga. Regelbunden torkning med fuktad trasa räcker vanligen till för att ge ytorna en viss blankhet. Om man misskött en alu-

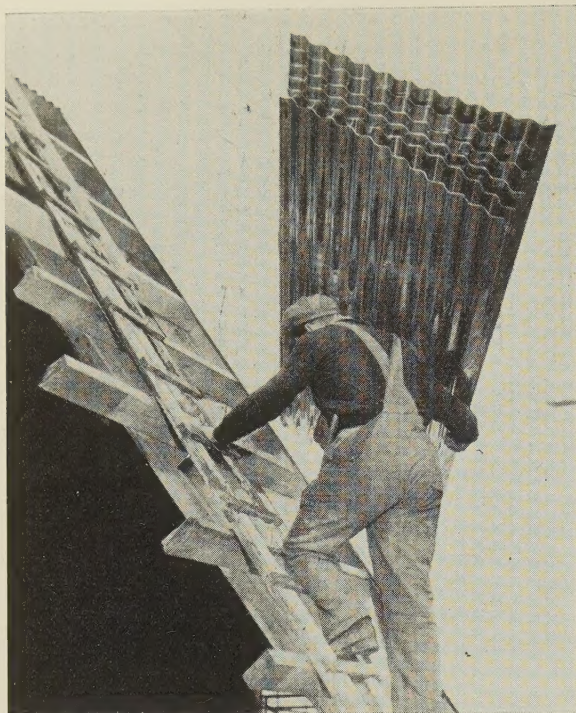


Fig. 3. Den låga volymvikten hos aluminium gör den lätt att hantera.

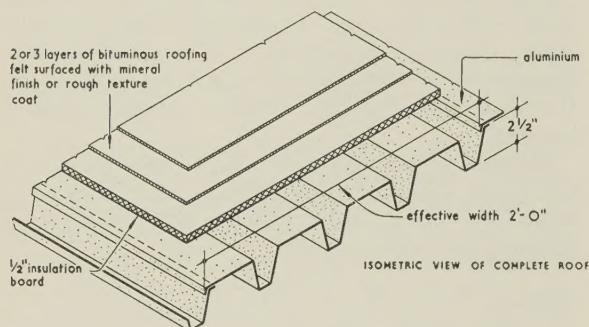
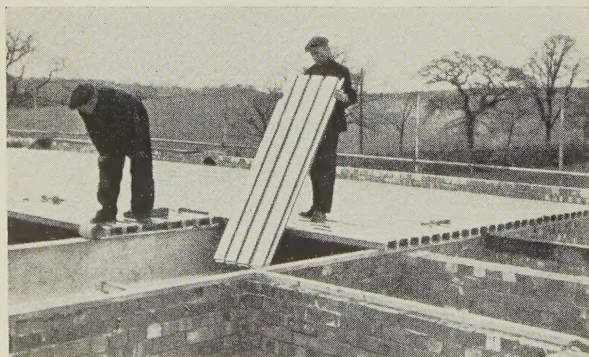


Fig. 4. Engelsk typ av korrugerade aluminiumelement för plana tak (7). Övanpå aluminiumelementet läggs en isolerplatta och därpå takbeläggning i 2—3 lager.

Fig. 5 (nedan). Läggning av korrugerade aluminiumelement för plana tak (8).



miniumyta och vill återställa den till ett utseende, som överensstämmer bättre med originalytan, kan man i många fall beroende på angreppets styrka, ta bort avlagringarna och återställa ytan genom att gnida med våt stålull och tvätta med tvål och vatten.

TILLÄMPNINGSEXEMPEL

Aluminium, obehandlat eller ytbehandlat, vanligen eloxiderat har sedan länge använts till inredningar, butiker, fönster- och dörrpartier och till prydnader av olika slag. Dessa kända användningsområden inom byggandet kommer ej att beröras här.

Bärande konstruktioner

Man använder i vissa fall bärande lättmetallkonstruktioner för att hålla nere den egna vikten t. ex. vid ombyggnad av broar så att trafiklasten kan ökas, vid påbyggnader på befintliga huskroppar. Bärande lättmetallkonstruktioner användes även på grund av materialets korrosionsegenskaper. Konstruktionselement som transporteras lång väg före sammansättning och uppförande har i vissa fall med fördel gjorts i lättmetall, t. ex. monterbara hus till fjärran länder eller otillgängliga trakter etc. Mindre byggnader, som skall flyttas ofta t. ex. relähus, kiosker, smågarage etc. görs många gånger med fördel i lättmetall. Bärande lättmetallkonstruktioner och principerna för dem beskrivs i (3) och (4).

Exempel på monterbara lättmetallhus ges i slutet av denna artikel.

Takbeläggning

Lättmetall har introducerats i byggnadstekniken i form av taktäckningsmaterial. Man har bl. a. i Schweiz haft över femtioårig erfarenhet. Olika typer av beläggning med plåt och band har tillämpats och man har använt sig av olika legeringar. Man lägger plåtar (vanligen 0,7 mm) på fast underlag dels som listtak och dels som falstak med stående eller liggande falsar. Man lägger även 0,2—0,5 mm aluminiumplåt i en asfaltklistermassa på underlag av träpanel eller annat. Diverse typer av falsade plattor har kommit till användning.

Speciellt utformade plåtar i standardformat 1×2 m och med vissa större och mindre vågor lägges på takpanel eller vid provisoriska byggnader direkt på åsar. (Aldach) (33).

Korrugerad renaluminiumplåt har börjat komma till flitig användning i Sverige. Den vanligaste typen har den normala från förzinkat plåt och asbest-cementplattor kända vågningen. Tjockleken är 0,55, 0,70 och 0,90 mm. Bredd 0,70 à 0,85 m. Längden från 1,5 till 3,5 m. Total våghöjd 6—18 mm. En särskild typ med V-formade åsar i plåten parvis placerade 3 dubbel-w-n på plåt med bredd ca 65 cm och med 13 mm total våghöjd finns även. För fastsättningen finns särskild aluminiumspik med tättningsbrickor av plast. De korrugerade aluminiumplattorna är lätta att hantera och ger låg egenvikt.

Statens Forskningsanstalt för Lantmannabyggnader i Lund har provat korrugerad renaluminiumplåt till billiga traktor- och fordonsgarage-väggar och tak samt vikportar. Man lade plåtarna på längden c/c 1,2 m mellan bärverket.

Man har även i Sverige börjat att använda eloxiderade eller obehandlade aluminiumband bl. a. vid dubbelfalstak. Banden är 0,7 mm tjocka och har vanligen en bredd av ca 66 cm. På underpanelen läggs en vanligen impregnerad och asfaltbelagd asfaltapp, ej sand i ytan, som spikas med förz. spik. Banden på taket uppknäckas längs långsidan med hjälp av en speciell kälke försedd med trissor. Bandens högfals och lillfals fästes band för band vid expansionsklämmor som spikas fast vid taket. Därpå falsning för hand. Expansionsklämman tillåter temperaturrörelser hos banden. Banden ligger stilla vid takfoten och rör sig i nacken under gångbrädan.

Fasadbeklädnad

Vinjettbilden visar ett exempel på en fasadklädsel av korrugerat material, vilket pekar mot att det finns nya formvärden hos de lätta ytmaterialet utan bärande funktion, som ger skydd åt fasaden.

Man kan tänka sig flera typer av lättmetallklädsel på en fasad. I USA och England och en del andra länder användes strimlor och plattor speciellt till småhus. Man kan bygga ett hus med lättmetallklädsel utan att använda spik eller skruv för att fästa klädseln. Beklädnadselementen håller varandra genom att de olika falsningarna griper in i varandra. Falsning av lättmetall är enkelt att göra. På samma sätt som för tak kan lättmetallplåtar eller band falsas samman till en klädsel (jfr fig. 7).

För bl. a. varmvattenackumulatorer användes en ytterklädsel av 1 mm renaluminiumplåt, som upphänges på hållare fastsatta på den inre stålplåtbehållaren. Däremellan isolering av mineralull. Aluminiumplåten döljer helt skarvarna.

För fasadklädsel användes framför allt plåt såväl korrugerad och refflad som plan, de senare tyvärr ibland ornamenterade. Om ett fasad-beklädnadselement även skall kunna ha en bärande funktion kan det t. ex. utformas med en korrugerad plåt jämte värmeisolering som kärna och klädsel på båda sidor av plana plåtar. Fasaderna brukar ofta utformas av valsade plåtelement tillsammans med pressade profiler som bärande element. Detaljerna kan genom eloxidering få ökat korrosionsmotstånd och viss färg. Man har från vissa fall den erfarenheten att det är svårt att få samma färg vid eloxideringen för de valsade plåtarna och de pressade profilerna, vilket förhållande bör observeras i de fall en sådan kombination är aktuell.

Det finns tendenser att här och där förgylla upp en fasad genom inplacering av partier av eloxiderade, färgade plåtar. Detta kan lyckas och utseendet kan bli tilltalande. Men det kan också misslyckas. Exempel på det senare börjar redan att visa sig. Det är bra att ha möjlighet att kunna ta till färger — men färgsättning är en svår konst och varsamhet både betr. färgkombination och färgens ljusbeständighet bör iakttas.

Tyngdpunkten på bildurvalet till denna artikel ligger på fasadbeklädnader av olika typer som kommit till användning, speciellt i USA och Frankrike.

Isolering

En viktig användning av aluminium är för skydd mot fukt, värme, kyla och ljud.



Fig. 6. Korrugerade aluminiumplattor kan bockas.

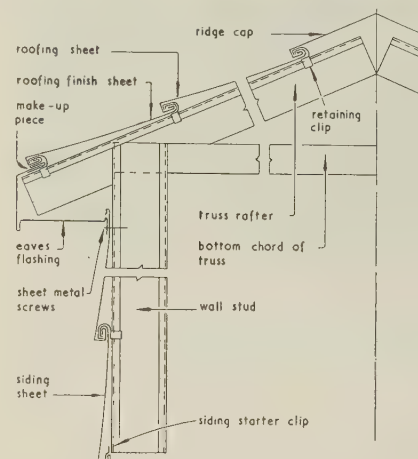


Fig. 7. Sektion genom vägg och tak klädda med av i varandra mekaniskt fogade aluminiumplattor med speciella falsar.

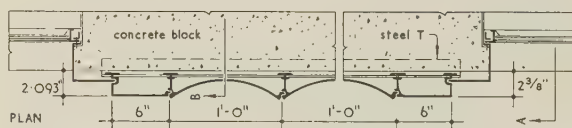
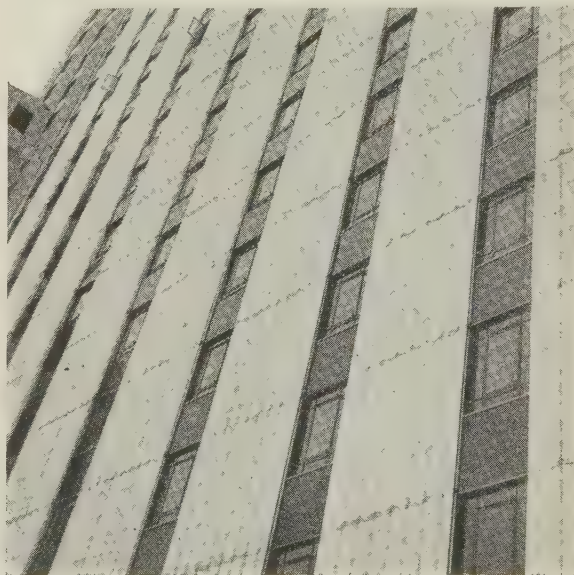


Fig. 8. Detalj till fig. 9. Ett antal ca 30 cm breda pressade aluminiumprofiler med två kantprofiler har fastsatts i T-järn, fastgjutna i betongstomme. Varje våningsplan har markerats med en täcklist, som samtidigt döljer expansionsfogarna.

Fig. 9 (nedan). Fasad till Laurentien Hotel, Montreal, Canada. Arkitekt: L A & P C Amos.



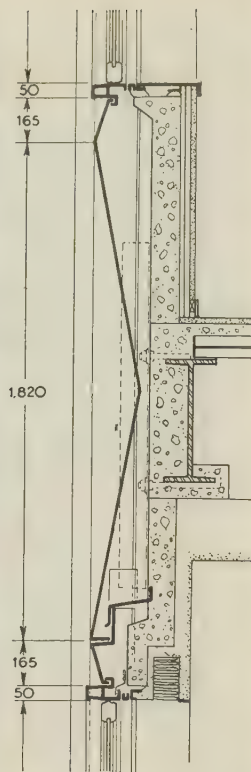


Fig. 10 (ovan). Ytterväggselement under montering i Alcoa-building. Skalet av aluminium och glas monterades av 10 man på 10 dagar.

Fig. 11 (ovan i mitten). Detalj till fig. 10 och 12.

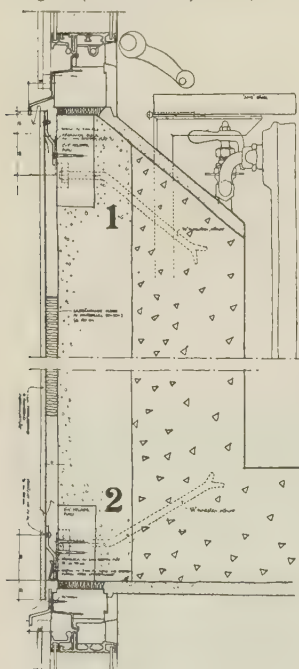


Fig. 13, (t.v) Tvärsektion Skala: 1:10. Detalj till fig. 1. Betongstomme, utvändigt isolerad med lättbetongplattor. Fönsterpelarna har klänts med 1,5 mm eloxiderad släpplåt av aluminium. Plåten har satts buktig för att ev. ojämnheter i plåten lättare skall trollas bort. Fönsterbröstningarna har klänts med 102 cm breda band av eloxiderad, korrugerad aluminiumplåt med total våghöjd av 7 mm. Banden monteras i sin nederdel på vinkeljärn och fästes sedan med klämmor på djupimpregnerade träreglar.

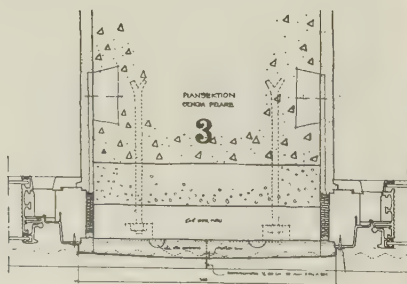


Fig. 14, (t.h.) Plansektion. Skala 1:10.

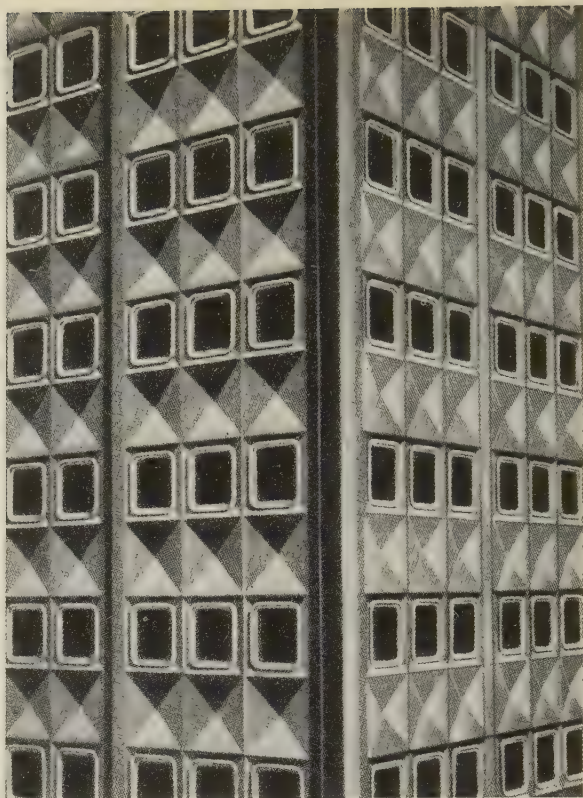


Fig. 12 (ovan). Alcoa-building, Pittsburgh, är ett trettio våningars stål-skeletthus. Ytterväggselementen består av 3,2 mm formade aluminiumpaneller av legering 61 S pläterad med Al-Si-leg. Sammanlagt 2 500 element. Elementen är 1,82 m breda och 3,65 m höga samt innehåller fönster, som sättes fast vid stommen. F.ö. användes aluminium i denna skyskrapa till strålningsvärme- och kylningspaneler i taken, ventilationskanaler, alla elledningar och det mesta av rörinstallationen. Arkitekter: Harrison och Abramovitz. (18)

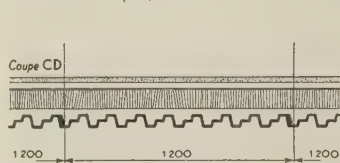
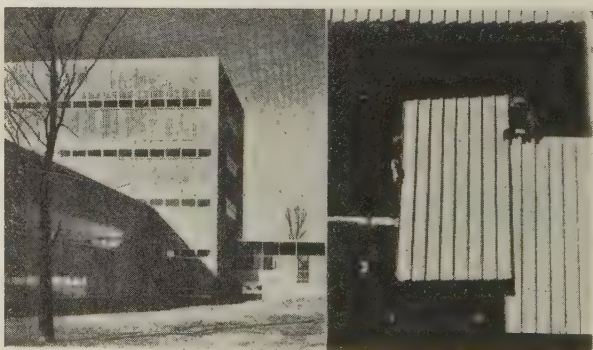
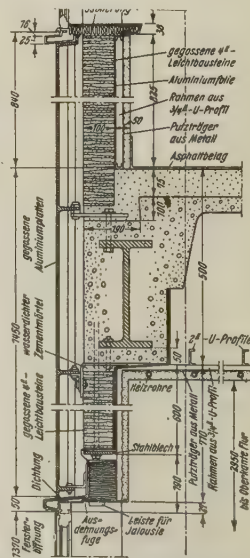


Fig. 15 (ovan). och fig. 16 (t.v.) visar detaljer samt fig. 17 (nedan) fasad jämte detalj av kontorsbyggnad för Alcoa i Davenport, Iowa. Fasadens har helt klänts med gjutna, reflekt aluminium-element 1,2 x 1,8 m med en vikt av 75 kg. Lättmetallelement fastsättes vid den bärande konstruktionen med bultar. Utfackningen i skeletthuset utgöres av lättbetongplattor. Även andra delar av konstruktionen är av aluminium, t.ex. aluminiumfolie på lättbetongplattornas insida, putsbärare av aluminium etc. (18)



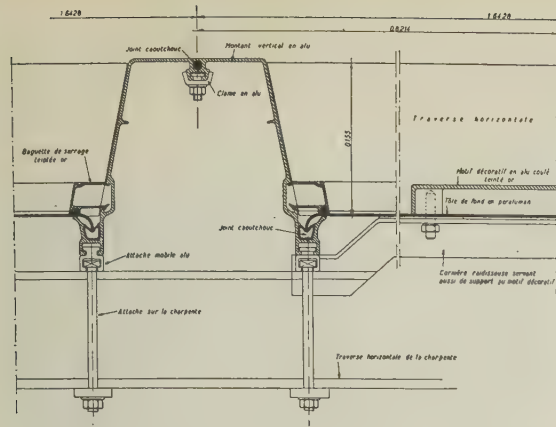


Fig. 18 (ovan). Detaljutformning till fig. 20.

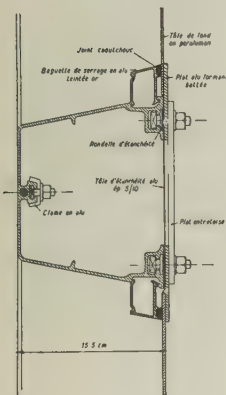


Fig. 19. (t.v.) Detaljutformning till fig. 20.

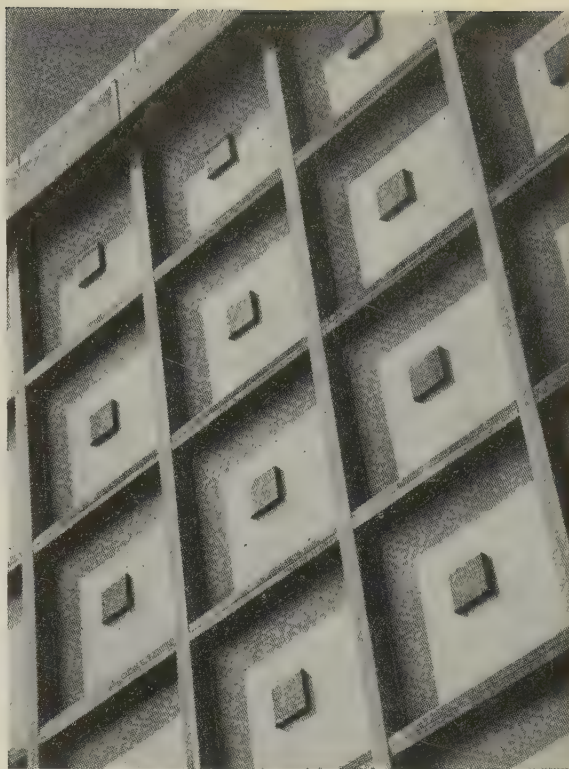


Fig. 20 (ovan). Fasadklädsel av eloxiderad aluminium på Palais de la Metallurgie, internationella mässan i Liège. Konstruktionen är 94 m lång och 17 m hög. Den är projekterad av arkitekt Georges Dédoyard och konstruktörerna Robert och Musette och lättmetallspecialisten Pierre Vierendeel. (19)

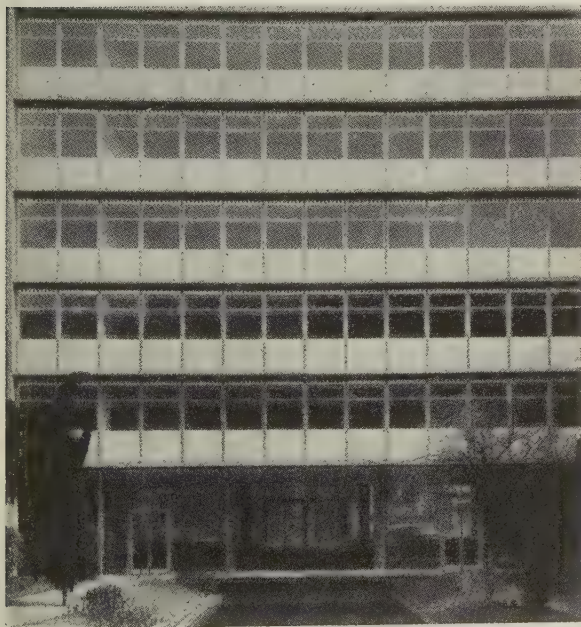
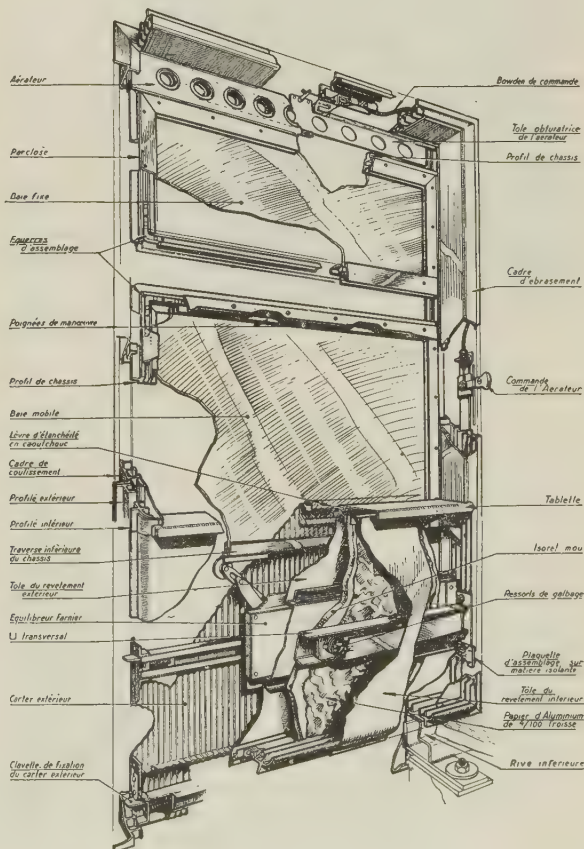


Fig. 21 (ovan). Byggnad för Fédération Nationale du Bâtiment, Paris. Arkitekter: R R Gravereaux och R Lopez. Konstruktör: Jean Prouvé.

Fig. 22 (t.h.). Detaljutformning. Mellan betongbjälklagen med i fasaden utskjutande betonglister monterades element av lättmetallprofiler, sammanlagt 6 olika profiler, beklädda med aluminiumplåt. I elementet fanns ett vertikalt skjutfönster av aluminium. Övanför fönstret har placerats en skiva med runda ventilationshål. I elementet är uppvärmningssystemet installerat. Elementet är 1,43 m brett och 2,85 m högt och väger ca 85 kg. Total tjocklek 13 cm. Fasaden består av 126 lika element. (20)



För skydd mot vatten och fukt kan man använda sig av al-foliens egenskap att erbjuda stort motstånd mot fuktgenomgång.

Ett exempel bland många är membranisolering med pyramidreflad aluminiumfolie (tjocklek 0,15 mm). Genom pyramidreflingen, dvs. korrugering i två mot varandra vinkelräta led blir folien töjbar i alla riktningar. (31)

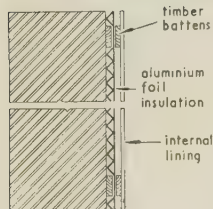


Fig. 23. (ovan) Isolering av industribyggnad med korrugerade aluminiumfolier. Arbetstekniken i engelsk tillämpning. Folién är uppsatt på kraftpapper och korrugerad samt består av två skikt. I hoprullat skick är korrugeringen tillplattad. Vid monteringen rättas korrugeringen till och det bildas luftspalter i foliepaketet.

Fig. 24. (t. v.) Detalj av vägg isolerad enligt metod i fig. 23.

För skydd mot värme och kyla är den strålningsreflekterande aluminiumfolien ett bra hjälpmedel. Den användes bl. a. på båtar och i järnvägsvagnar. Effekten i form av ökat värmemotstånd vid användning av aluminiumfolier omgivande luftskikten i en konstruktion kan normenligt bedömas enligt BABS. Al-folier har använts även i kyl- och fryshus. För hus har det hittills fått en mera sporadisk användning. Det är många gånger besvärligt att arbeta med den. Betydelsen av värmekapaciteten hos en vägg är ännu för lite utredd för att man i många fall skall våga lita helt till de lätta folierna.

En intressant lösning av arbetstekniken med folierna visas i engelsk tillämpning (jfr fig. 23 och 24). Folién är uppsatt på kraftpapper, är korrugerad och består av två skikt. I hoprullat skick är korrugeringen tillplattad. Vid monteringen rättas korrugeringen till och det bildas luftspalter i foliepaketet.

I många fall förses andra isolervaror med en beklädnad av aluminiumfolie.

För akustikreglering och luftkonditionering användes perforerad aluminiumplåt. Många typexempel kunde dragas fram. I en svensk konstruktion har t. ex. taket även en uppvärmande eller kylande funktion genom strålning. Taket kan få värme genom metallisk förbindning emellan värmens rörsystem och aluminiumkassetterna, som genom strålning avger värmets till rummet. Genom att ansluta rörsystemet till en motströmsapparat, som nedkyles med hjälp av

kylmaskin eller kallvatten, kan detta tak bringas avkyla luften.

Redskap och ställningar

Till ställningar och redskap av olika slag är lättmetallerna lämpliga i många sammanhang. Det är lättheten och hållbarheten som spelar den största rollen.

Några exempel: Byggnadsställningar av aluminium, flyttbara transportband, kranar, skottkärror med en vikt ung. hälften av en motsvarande stål-skottkärras. Ett användningsområde som diskuterats är till fackverksbalkar, använda som formbärande element vid formar för betongbjälklag.

Övriga produkter

De exempel som hittills nämnts representerar kanske i dag de områden inom byggnadstekniken, som innebär de största avsättningsmöjligheterna eller där utvecklingen just nu är mest intressant att följa.

Ytterligare exempel finns, t. ex. lanterniner, portar, persiennor, stuprör, silor, hängrännor, foglistor för beklädnadsskivor, sträckmetall, ventilationskanaler, rör, räcken, balkonger etc. Aluminiumbäklädda eller aluminiumarmerade träfiber- och plywoodskivor. Golvplattor och golvplåtar för industrigolv. Måhända en del av dessa ytterligare exempel innehåller intressant, ekonomiskt löfresrika problem som kommer att lösas i givande samarbete mellan producenter och konsumenter. Ett exempel: plastlimmat lättmetallprofilfönster ger en stimulerande bild av lättmetallens förutsättningar (jfr fig. 32). Princip för fönster av med varandra plastlimmade tunna plåthålfiler av lättmetall. Limning är en ny fogningsmetod för lättmetall.

Ett område är samarbetet emellan producenter och konsumenter, som måste bli särskilt intimt beträffande fabrikstillverkade monterbara konstruktioner. Utvecklingen går mot ökad fabrikstillverkning av monterbara element varvid aluminium bl. a. på grund av sin lätthet torde ha många möjligheter. I samband med aluminium i fasader användes vissa monterbara element. Några ytterligare synpunkter på monterbara element för enplanshus är på sin plats, då mycket av det som överlever utvecklingens sjögång ursprungligen härstammar från försök med enfamiljshus.

Monterbara hus

Efter sista världskriget började man bl. a. i England tillverka monterbara lättmetallhus. Flygplansindustrier byggde mellan 1945 och 1948 10 000-tals småhus över hela England. Aluminiumprofiler och med aluminium överdragna aluminiumplåtar är huvudmaterialen. Huset kunde bestå av fyra sektioner, där var och en görs klar för sig och transporteras till byggnadsplatsen.

Kingston Frameless House (jfr fig. 26) har utvecklats för att motsvara tropikernas krav. Både väggar och tak består av korrugerad plåt med trapezformade vågor. Inget bärverk, aluminiumplåten både bär och skyddar. Hela huset är lätt att packa, transportera och montera.

Fig. 25 visar ett franskt aluminiumhus. Aluminiumskelettet byggs ungefär som ett svenskt stolp-

hus. Väggarna klädas med en typ av aluminiumstrimlor, som insätts fackvis och hakas i varandra. Takplattorna läggs hela frånnock till takfot. En annan metod har använts i det franska huset fig. 27.

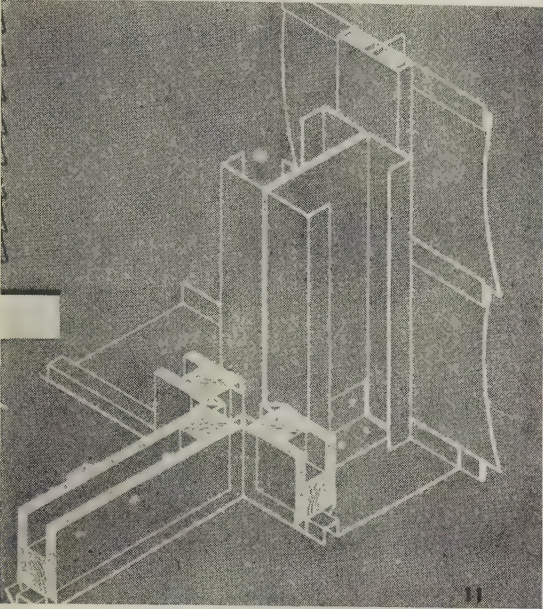


Fig. 25. (ovan) Detalj till monterbart franskt aluminiumhus. Skelett av aluminium byggs ungefär som ett svenskt stolphus. Vägarna klädes med en typ av aluminiumstrimlor, som insätts fackvis mellan stolparna och som hakas i varandra. Takplattorna läggs hela frånnock till takfot. Arkitekt och konstruktör: Jean Prouvé.



Fig. 26. (ovan). »Kinston Houses». Monterbart aluminiumhus med väggar och tak av korrugerad aluminiumplåt med trapetsformade vågor. Inget bärverk. Aluminiumplåten både bär och skyddar. Huset på bilden är avsett för tropikerna.

Fig. 27. (nedan). Monterbart hus av aluminium med hela vägghpaneler. Arkitekt och konstruktör: Jean Prouvé.

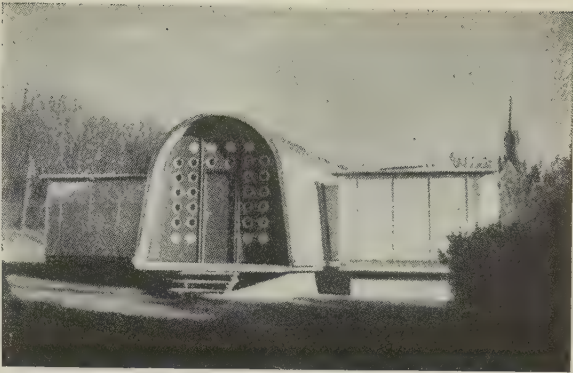
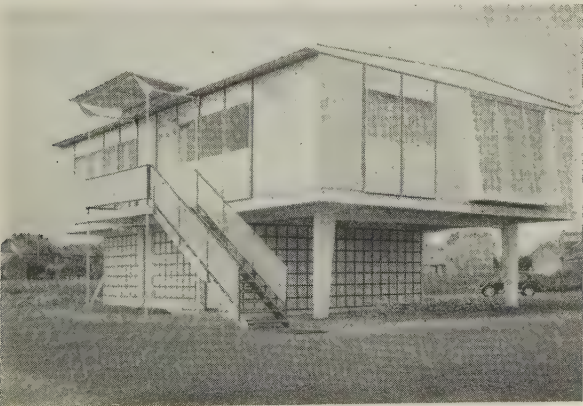


Fig. 28. (ovan) La salle méridienne, observatoriet i Paris. Byggnaden består av monterbara aluminiumelement med dubbla aluminiumpaneler isolerade med glasull. Arkitekt: M. Remondet. Konstruktör: Jean Prouvé.

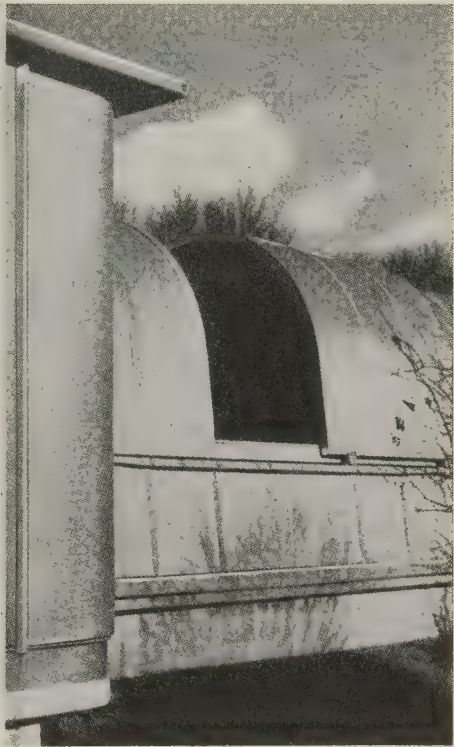
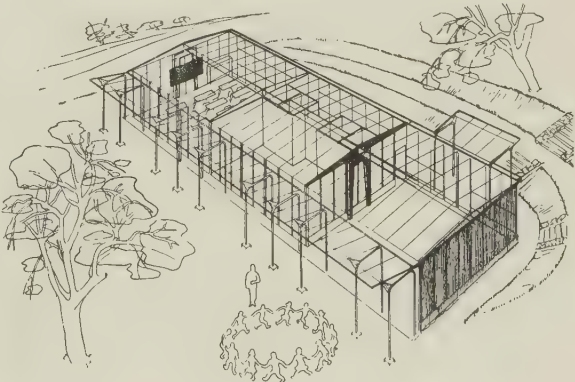


Fig. 29. (ovan). Detalj av La salle méridienne i Paris.

Fig. 30. (nedan). Skiss av skola i Vantoux med tak, väggar, fönster och dörrar av aluminium. Arkitekt och konstruktör: Jean Prouvé. (21).



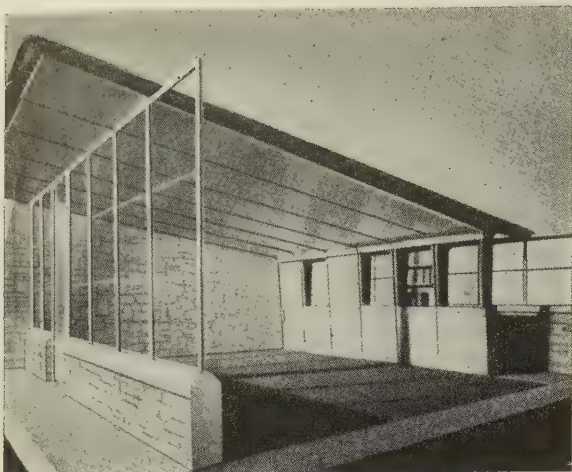


Fig. 31. Konstruktionsmodell till skola i Martigues bestående av skal-element av lättmetall. Arkitekt: M Arati, M Boyer, Ch Lestrade och Jean Prouvé. Konstruktör: Jean Prouvé. (21)

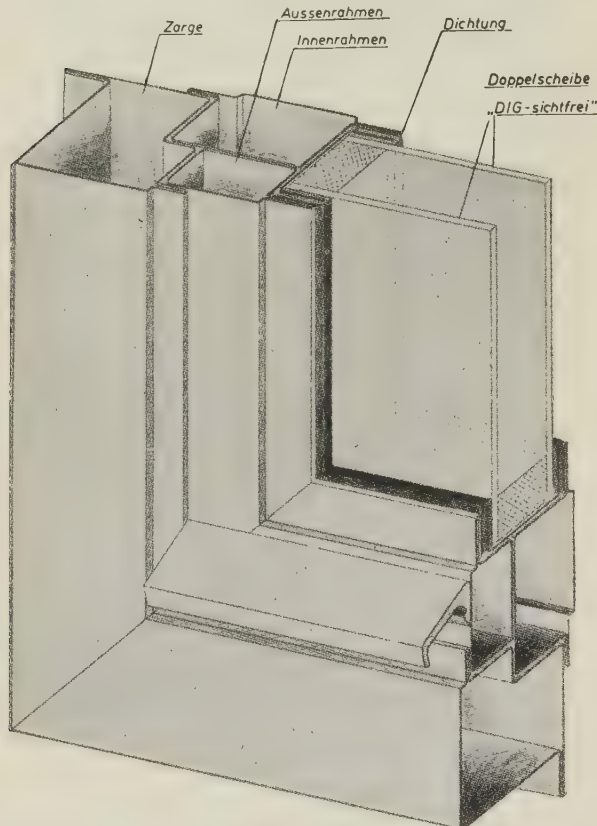


Fig. 32. Fönster av med varandra plastlimmade, tunna lättmetallprofiler (»Hohlprofilen«). (23)

Det är inte bara bostäder, som man tillverkar monterbara, utan även andra enplansbyggnader t. ex. skolor, sjukhus etc. Särskilda enheter tillverkas sålunda i bl. a. England och Frankrike för tillfälliga uppbyggnader eller utbyggnader av skolor. I Sverige har förutom ovan nämnda monterbara relähus och kiosker aluminium kommit till användning även till monterbara garage.

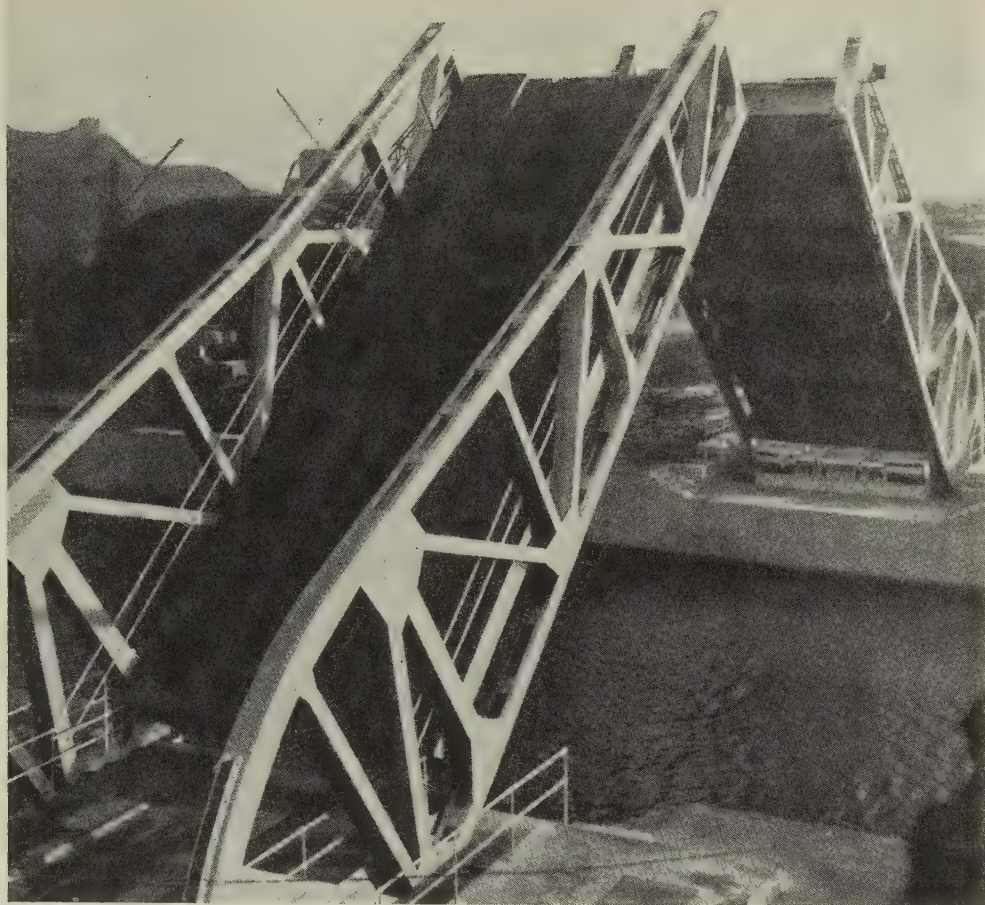
Slutord

Aluminium måste betraktas som ett nytt byggnadsmaterial i Sverige. Man torde kunna spå en starkt ökad användning av det i den närmaste framtiden. För denna utveckling är det viktigt att riktiga in-

formationer om metallens hantering och skötsel finns tillgängliga för olika tillämpningar. Det är viktigt att undvika att aluminium råkar komma i vanrykte på grund av slarv eller missförstånd.

LITTERATUR:

- (1) Reimers, Jan Herman: Aluminium. Oslo 1947.
- (2) Non-ferrous Metals. Post-War Building Studies No. 13. London 1944.
- (3) Pike, D. V.: Att konstruera i lättmetall. Föredrag vid Sv. Teknologföreningens årsmöte 1953.
- (4) Eggwertz, S.: Aluminiumlegeringar i byggnadskonstruktioner. Byggmästaren 1953, B 9, sid. 197—208.
- (5) The weathering characteristics of some aluminium alloys. Development Bulletin Aluminium Union Limited. April 1949 (Revised October 1949).
- (6) Aluminium och dess legeringar, bearbetning, användning, behandling. AB Svenska Aluminiumkompaniet. Stockholm 1953.
- (7) Metallhandbok. Sv. Metallverken, Stockholm 1950.
- (8) Aluminium in Building. Northern Aluminium Company Limited, London 1952.
- (9) Aluminium Sheet Metal Practice, London 1953.
- (10) The properties of aluminium and its alloys. The ADA Information Bulletin nr 2, London 1949.
- (11) Anodic oxidation of aluminium and its alloys. The ADA Information Bulletin nr 14, London 1949.
- (12) Aluminium and aluminium alloy extruded sections (design and tolerances). The ADA Information Bulletin Nr 16, London 1949.
- (13) Tronstad, L.: Korrosjon og korrosjonsbeskyttelse ved aluminium og dets legeringer, Oslo 1935.
- (14) Svennilsson, Ivar: Ytbehandling av aluminium. Metallen 1953: 2, sid. 10.
- (15) Korrosionsförhållanden vid aluminium och dess legeringar. Metallen 1952: 4, sid. 12.
- (16) Faisst, H. W.: Dachhautgestaltung in Aluminium. Bauen und Wohnen 1951: 9.
- (17) Venus, J. and Corlett, E. C. B.: Fire protection in passenger ships, Light Metals, October 1952, sid. 330—333, Light Metals, 1952, November, sid. 369—371, Light Metals, 1952 December, sid. 408—409.
- (18) Le Bâtiment de l'ALCOA, Revue de l'Aluminium 1953. Janvier, s. 21—34.
- (19) La Façade en Aluminium du Palais de la Métallurgie de la Foire de Liège. Revue de l'Aluminium 1952, Septembre s. 332—333.
- (20) Les Façades en Aluminium du nouvel immeuble du Bureaux de la Fédération nationale du Bâtiment. Revue d'Aluminium 1951 Octobre, sid. 375—388.
- (21) Vivent les Vacances et les Ecoles Prouvé. Revue d'Aluminium 1952, Juin, sid. 267—279.
- (22) La Salle Méridienne de l'Observatoire de Paris. Revue d'Aluminium 1952, Février, sid. 94—95.
- (23) Bleicher, W.: Gestaltungsmerkmale für Leichtmetallkonstruktionen. Aluminium, 1953: sid. 91—101.
- (24) Alcoa baut den ersten Aluminium-Wolkenkratzer der Welt. Aluminium 1953: 1/2 s. 24—27.
- (25) Das Aluminiumfenster in den USA. Aluminium 1953: 1/2 s. 27—28.
- (26) Aluminium-Verwendung bei Deckenstrahlungsheizungen. Aluminium 1953: 1/2 s. 29—30.
- (27) Kentzler, H. und Schroeder, J.: Aluminiumdachdeckungen. Aluminium 1953: 1/2 s. 31—35.
- (28) Aluminium-Bedachung. Das Doppelfalzdach und das Leistendach. Aluminium 1953: 1/2 sid. 35—36.
- (29) Walter, K.: Leichtmetall-Fertighäuser. Aluminium 1953: 1/2 sid. 38—41.
- (30) Leichtmetall-Rohrgerüste, -Leitern und Arbeitsbühnen. Aluminium 1953: 1/2 sid. 41—43.
- (31) Engwall, A.: Membranisolierung av plana tak. Byggmästaren 1952, B 6, sid. 136.
- (32) Fröhlich, H.: Entwicklungsstand des Leichtmetalls für Ingenieurbauten in England. Die Bautechnik 1953: 1, sid. 14—20.
- (33) Hanson, R.: Aluminium för taktäckning. Byggmästaren 1953, B 9, sid. 209—212.



ALUMINIUMLEGERINGAR I BYGGNADSKONSTRUKTIONER

Av tekn. lic. Sigge Eggwertz

DK 624.014:691.771

Aluminium och speciellt dess legeringar har under de senaste decennierna fått en mycket vidsträckt användning inom de flesta tekniska branscher. Det var flyget som först gav anledning till verklig massproduktion av aluminium. Inom andra områden har man följt efter. Byggnadsindustrin har på de allra sista åren stigit fram i första ledet som aluminiumförbrukare. Man har börjat använda aluminium till vägg- och takbeklädnad, fasadutsmyckning, fönsterbågar och karmar och i andra funktioner där dess ringa vikt, goda korrosionsbeständighet och tilltalande utseende varit avgörande faktorer vid materialvalet. I bärande konstruktioner har aluminiumlegeringarna ännu inte kommit till någon mera omfattande användning, även om man kanske kan få den uppfattningen av de i fack- och dagspressen ganska ofta förekommande berättelserna om aluminiumbroar och aluminiumtakstolar. Det pågår nämligen f.n. en ganska intensiv reklamkampanj från aluminiumtillverkares och försäljares sida över hela världen för att övertyga byggnadskonstruktörerna

om aluminiumlegeringarnas fördelar. Sedan flyget i och med andra världskrigets slut inte längre efterfrågar mer än en bråkdel av produktionskapaciteten har man på vissa håll haft avsättningssvårigheter eller åtminstone väntat sådana. Inom byggnadsbranschen konsumeras ofantliga materialmängder, i stor utsträckning som bärande element över större eller mindre spännvidder. Byggnadskonstruktören är sannolikt den störste potentielle förbrukaren av aluminium. Det är därför ganska naturligt att han ägnas stort intresse. Det förefaller också rätt naturligt att man inom hus- och brobyggnadsbranschen skall följa flygplansbyggarnas föredöme, eftersom man ur konstruktiv synpunkt har många intressen gemensamma. Problemet är emellertid ganska komplicerat och kan inte lösas med en enkel hänvisning till aluminiumlegeringarnas förmånliga förhållande mellan brotthållfasthet och vikt. Följande artikel är inte avsedd att ge svaret på frågan om aluminiumkonstruktionerna kommer att slå igenom på allvar inom byggnadsfacket utan syftar endast till en orienterande granskning av vissa av de viktigaste förutsättningarna härför.

Vinjetten: Fig. 1. Klaffbro i Sunderlands hamn, England; den första aluminiumbron.



Fig. 2. »Dome of Discovery» från »Festival of Britain» 1951.

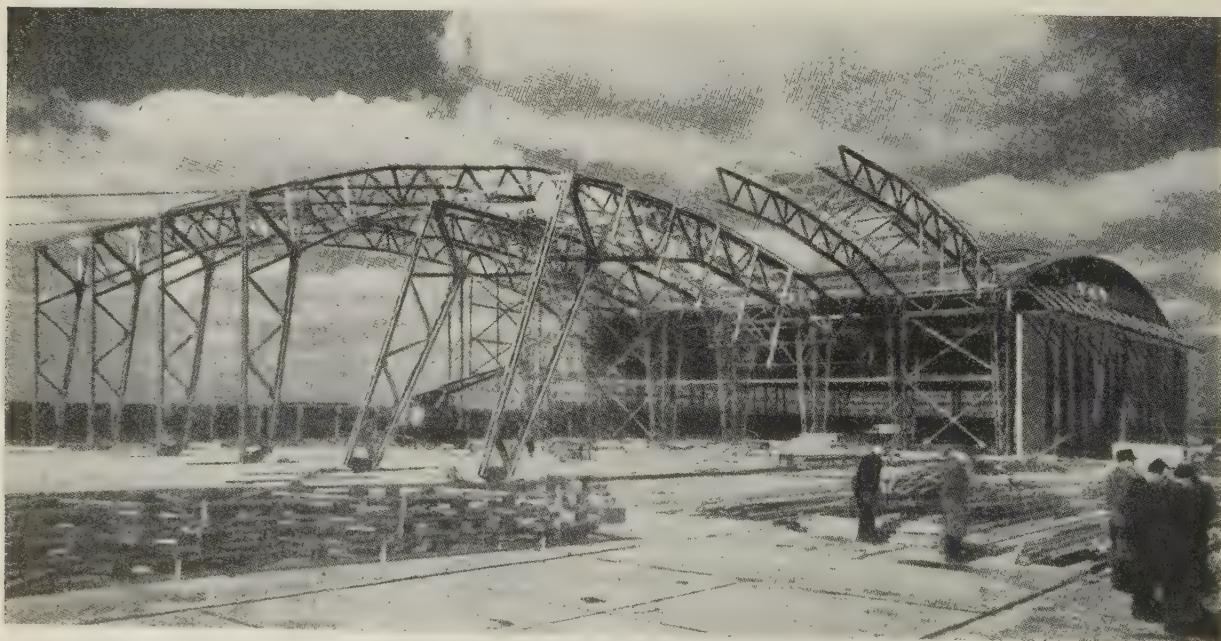
Historik

I mindre skala har aluminiumkonstruktioner förekommit i åtminstone två à tre decennier. Den första mera kända användningen i byggnadskonstruktioner hänför sig till ombyggnaden av Smithfield Street Bridge i Pittsburgh i USA år 1933 (1,2). Man önskade tillåta en högre belastning på bron och utbytte därför överbyggnaden av stål emot en liknande av aluminiumlegering. Det bärande huvudsystemet behölls oförändrat, men genom viktsbesparingen i brobanan kunde man öka den nyttiga lasten med ca 3 t per m av brons längd. Genom att tillgripa aluminium slapp man en dyrbar och för trafiken besvärlig totalombyggnad. År 1948 färdigställdes den första klaffbron av aluminium, Hendon Dock Junction Bridge, Port of Sunderland, England (fig. 1) (1). Den består av två klaffarmer och spänner över en kanalbredd på 27 m. Vardera armen byggdes i två sektioner på fabrik och fraktades sedan på båt till byggnadsplatsen, där monteringen endast tog en månad. Därigenom stördes trafiken i hamnen mycket obetydligt jämfört med vad som skulle ha blivit fallet om en ordinär stålkonstruktion tillgripits. Den hittills största aluminiumbron i världen är Arvida Bridge över Saguenay River i Quebec, Canada (1). Den blev färdig år 1950 och spänner

med en 14,5 m hög båge över ca 88 m. Totala längden är drygt 150 m. Farbana och anfang är utförda i betong. För övrigt har man endast använt aluminiumlegering. Aluminiumkonstruktionen väger 190 t, medan vikten av en likvärdig stålkonstruktion uppges vara 440 t. Ytterligare några mindre broar av aluminium är omnämnda i litteraturen (1, 3).

I fråga om takkonstruktioner av aluminium synes England vara det enda land där man vågat sig på större spännvidder. Framförallt är det tre stora hallar som väckt intresse både i hemlandet och på andra håll. Två av dem är flyghangarer, den ena vid London Airport, den andra vid de Havillands fabrik i Hatfield ca 30 km norr om London. Den tredje och största konstruktionen är »Dome of Discovery», en tillfällig utställningsbyggnad av väldiga dimensioner som uppfördes för »Festival of Britain» år 1951 (1, 4, 5, 6). Taket övertäckte en yta utan pelare på ca 10 000 m² och hade formen av en sfärisk kupol med spännvidden 110 m. På en ringbalk av stål var fackverksbågar av aluminium upplagda så att de bildade ett nät (318-faldigt statiskt obestämt system) av liksidiga trianglar över hela takytan (fig. 2). Sekundärbalkarna utfördes av aluminiumprofiler och taktäckningen bestod av aluminiumplåt enbart. Totalt användes ca 230 t aluminium. Kostnaden var lägre än för en stålkonstruktion med samma spännvidd. Av hangarerna är den vid London Airport den äldsta (5, 7, 8). Den påbörjades 1950 och var färdig sommaren 1951. Byggnaden har planmått 135 × 35 m och är uppdelad i tre spann om vardera 45 m. Eftersom ena långsidan skulle helt upptas av tre dörröppningar, var det naturligt att lägga det huvudbärande systemet parallellt med långsidorna. I varje 45 m spann utgöres det av sex fackverksramar av aluminium med överdelen i bågform. De vertikala ramben har en höjd av drygt 10 m och är ledade i sina nedre ändar. Monteringen utfördes så att två

Fig. 3. Hangar vid London Airport. Montering av fackverksramar.



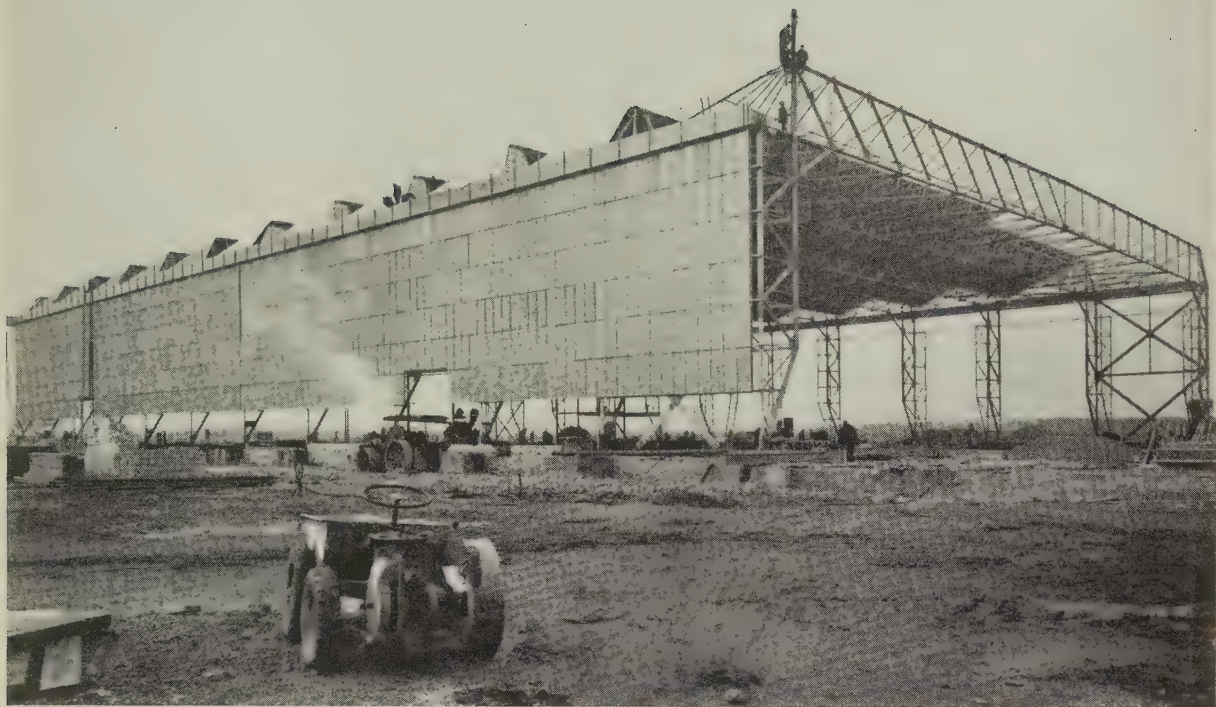


Fig. 4. Hangar för de Havilland i Hatfield, England. Väggbeklädnaden monteras.

bredvid varandra belägna halva ramar färdigställdes på marken och även försågs med sekundärkonstruktion emellan sig. Sedan rambenens nederändar fixerats i lederna fästes linor i benens övre delar och hela konstruktionsenheten, som vägde ca 3 t, vinschades upp till rätt läge (fig. 3). På detta sätt kunde 90 % av monteringsarbetet ske på marken, vilket givetvis medförde avsevärd tidsvinst. Taktäckningen utgöres av 1,2 mm korrugerad aluminiumplåt med utvändig värmeisolering och takpapp. Flyghangaren i Hatfield (9, 10, 11, 12, 13), som är avsedd för de nya reatrafikflygplanen av typen »Comet», byggdes förra året och har en golvyta på drygt 6 000 m². Taket är av sågtyp med fönster mot norr. Tolv fackverksramar av aluminium med den fria spännvidden 61 m och 9 m c/c-avstånd utgör det bärande huvudsystemet. Såväl tak som väggar är utförda av korrugerad aluminiumplåt med isolering (fig. 4). Vid spännvidder av denna storleksordning uppges aluminiumkonstruktioner väga endast en sjundedel av vad man räknar med för ordinära stålkonstruktioner. I publicerade beskrivningar av de båda hangarerna framhäves speciellt att effektiva sprinklersystem anordnats för att minska brandrisken.

Utöver de nämnda tre takkonstruktionerna finns i England ytterligare ett mindre antal med spännvidder varierande ungefär mellan 15 och 25 m som övertäcker industribyggnader, teatrar, lagerlokaler m. m. (5). De är alla utformade som nitade fackverk och i regel tillverkas de av dubbla U-profiler

(fig. 5). För att pressa vikten så långt som möjligt har man på sistone också börjat använda enkla s. k. bulbvinkelprofiler, dvs. profiler där de fria kanterna förses med en förtjockning för att öka deras styvhet.

Aluminium som bärande element har också använts i byggnader med mycket små spännvidder, där man inte utnyttjar materialets hållfasthet i så hög grad. Inom jordbruket och även i vissa industrier har man bruk för exempelvis silotorn, lagerskjul och garage av ofta provisorisk karaktär. Speciellt i trakter där konstruktionsmaterial inte finns tillgängligt utan måste fraktas långa vägar, har aluminium visat sig vara ytterst konkurrenskraftigt ge-

Fig. 5. Takstolar av aluminium, spännvidd ca 25 m, konventionellt utförande av dubbla U-profiler.





Fig 6. Montering av lagerbyggnad å fig. 7 Arbetet utföres av två man på mindre än 50 timmar Reynolds Metals Company, USA.



Fig. 7 Standardbyggnad, helt i aluminium, anordnad som lagerlokal speciellt för jordbrukets behov. Bredd 11 m, längd 18 m. Reynolds Metals Company, U.S.A.



Fig. 8. Bågformat ladugårdstak
av fabriksstälverkad standardtyp.
Reynolds Metals Company, USA.

Fig. 9. Flyttbar lagerbyggnad med standardtakstolar av Alframe-typ (lådsektion, spännvidd 10 eller 12 m). Byggnaden levereras i delar som väger högst 35 kg vardera. Konstruktionen utarbetad av Structural and Mechanical Development Engineers Ltd, England.



nom sin ringa vikt och sin relativt goda motståndsförmåga emot både mekaniska och atmosfäriska åverknningar. Kostnaderna för dylika byggnader har också nedbringats väsentligt genom att man standardiserat deras dimensioner och tillverkat alla delar monteringsfärdiga på fabrik. I denna form har aluminium kommit till användning i byggnadskonstruktioner i många länder, framförallt i USA, Canada, England och Tyskland men även i någon utsträckning i vårt land. Intressant att notera i detta sammanhang är att man vid uppbyggnaden av den nya staten Israel i ganska stor utsträckning använt sig av aluminium i de provisoriska byggnader som behövts för att sätta igång produktionen, speciellt inom jordbruket. I fig. 6, 7, 8 och 9 visas några olika standardiserade aluminiumkonstruktioner av mindre spännvidder.

Olika legeringar och deras egenskaper

Det finns ett mycket stort antal aluminiumlegeringar och flera nya introduceras för varje år. Därtill kommer att man i olika länder och i olika firmor har sina egna beteckningar. Man har standardiserat på vissa håll, men mycket återstår att göra innan lekmannen kan känna sig hemmastadd på dessa marker. Här skall endast lämnas en kort redogörelse för indelningen i olika materialgrupper ur skilda synpunkter med särskilt omnämnande av en del av de beteckningar som avser de material som f. n. användes i byggnadskonstruktioner. För ett närmare studium av den rikhaltiga benämningsfloran hänvisas till de i litteraturförteckningen upptagna arbetena och till aluminiumförsäljarnas kataloger.

Olegerat aluminium föres i handeln i en form som innehåller högst 1 % föroreningar, huvudsakligen kisel och järn. Det har specifika vikten 2,7. Brotthållfastheten är relativt låg både i tryck och dragning och överstiger sällan 10 kg/mm². Därför användes rent aluminium inte som bärande konstruktionsmaterial. Genom att legera aluminium med andra grundämnen, såsom koppar, magnesium, kisel, mangan, nickel och zink, kan man öka hållfastheten högst väsentligt. Tillsatsen av legeringsämnen uppgår vanligen till mellan 2 och 10 %. En legering med ca 4 % koppar, 0,5 % magnesium och lika mycket mangan samt mindre mängder kisel, järn och titan kan få en brotthållfasthet av upp till 40—45 kg/mm². Denna legering kallas dural och har en ganska stor användning inom flygplanstillverkningen (14). Med 7 % zink, 2 % magnesium, 1,7 % koppar samt något litet mangan, krom och titan får man en ännu starkare legering, som kan hålla 60 kg/mm² och mer i dragning (15). Sådana legeringar användes f. n. i de hårdast ansträngda delarna i flygplan. De är emellertid inte lämpade att användas i byggnadskonstruktioner, eftersom de har dålig förmåga att motstå korrosion. Zinklegeringarna är dessutom ganska spröda, svåra att forma och dyrbara. Material med koppar som dominerande legeringsämne är bättre men inte helt idealiska ur korrosionssynpunkt. De har utnyttjats i viss utsträckning i mindre utsatta konstruktioner. Det vanligaste byggnadsmaterialet är en typ av legeringar som innehåller ca 1 % magnesium samt därutöver

varierande mängder av kisel och mangan samt något litet koppar, järn, krom och titan. Magnesiumtillsatsen ger dem en mycket god korrosionsbeständighet. Hållfastheten är däremot lägre än för de tidigare nämnda legeringarna. Maximalt kommer man upp i 27—28 kg/mm². De flesta aluminiumlegeringar har något högre specifik vikt än rent aluminium. I allmänhet kan man räkna med siffran 2,8. För den ovannämnda korrosionsbeständiga legeringen med 1 % magnesium är dock värdet endast 2,7. Elasticitetsmodulen är i stort sett densamma för aluminium och aluminiumlegeringar och håller sig vid 7 000 kg/mm² eller något högre. Skjuvhållfastheten varierar från 0,55—0,75 av draghållfastheten, alltefter materialets sammansättning och tillverkning. Tvärkontraktionen har ungefär samma värde som för andra metaller, dvs. 0,3 eller något mer. Smältpunkten ligger inom området 520—650° C och temperaturutvidgningskoefficienten uppgår till ca $23 \cdot 10^{-6}$, dvs. ungefär dubbelt så mycket som för stål (16).

Aluminiumlegeringar levereras som gjutgods, smidesgods, valsade eller sprutade profiler, plåtar, rör och tråd. Endast profiler och plåtar torde ha större användning i bärande byggnadskonstruktioner. Plåten framställes genom valsning. Maximala bredden är f. n. vanligen 1,8 m och största längden ca 9 m vid legeringar som inte kan värmebehandlas samt 5,5 m för värmebehandlad plåt. Största tjockleken är 1", varvid emellertid gäller vissa begränsningar beträffande vikten per plåt. Vid större plåtar får man nöja sig med 1/2" tjocklek. Profiler tillverkas i allmänhet genom ett förfarande som på svenska blivit kallat sprutning eller pressning (engelska: extrusion, tyska: Strangpressen). Det går så till att en aluminiumtacka upphettas i en cylindrisk behållare i vars ena ända löper en kolv, som vanligen manövreras med hydrauliskt tryck. När man trycker med kolven mot massan, sprutar eller pressas denna ut genom ett munstycke i behållarens andra ända (17, 18, 19). Munstyckets öppning kan genom olika insatser ges en nästan godtycklig form. Man kan således genom sprutning framställa den profil man önskar för ett bestämt ändamål och behöver inte sätta ihop den av två eller flera standardsektioner. Verktygskostnaden (insatsskivan i munstycket) blir obetydlig jämförd med kostnaderna för att genom valsning tillverka en specialprofil. Mera komplicerade sektionsformer kan ju inte heller framställas genom valsning. Aluminiums egenskap att låta sig sprutas på ovannämnda sätt innebär alltså att materialet ofta kan utnyttjas mera ekonomiskt i en konstruktion än exempelvis stål. I regel torde man för mindre byggnader få nöja sig med standardprofiler, därför att man inte har tid att vänta på en specialtillverkning. Åtminstone i USA och England har aluminiumleverantörerna dock ett mycket rikhaltigt sortiment av profiler i lager (fig. 10). De största profiler som f. n. tillverkas genom sprutning faller inom en cirkel med ca 40 cm diameter (i Sverige max. 170 mm). Längder upp till ca 12 m förekommer normalt. I vissa fall har 24 m längder levererats. Den minsta godstjocklek som kan erhållas vid sprutning är ca 2 mm.

Som ovan nämnts skiljer man mellan legeringar som inte kan värmebehandlas och sådana som är värmebehandlingsbara. Hållfastheten hos den förra typen kan endast ökas genom kallbearbetning. I allmänhet är dessa legeringar avsevärt svagare än de som tillhör den senare typen och användes i byggnadskonstruktioner endast på ställen där påkänningarna är låga. Ur korrosionssynpunkt har de i regel förträffliga egenskaper. De ovannämnda tre medel- och höghållfasta legeringarna kan alla värmebehandlas. Alltefter sin sammansättning kan denna typ bli föremål för en mer eller mindre långt gående härdningsprocess. Första steget, som kallas upplösningsbehandling (solution-treatment), består i upphettning till ca 500° C och därefter avkylning i vatten eller olja. Vissa legeringar når sedan av sig själva maximal hållfasthet efter några dagar i normal rumstemperatur. Andra behöver en speciell åldringsbehandling (precipitation-treatment), som sker vid lämplig temperatur, vanligen 150–200° C. British Standards Institution har nyligen infört ett system genom vilket aluminium och dess legeringar i olika former identifieras med hjälp av en rad bokstäver och siffror (20). Det är ingalunda enkelt, men genom sin konsekventa uppbyggnad underlättar det dock avsevärt den orientering konstruktören behöver vid val av material. Här skall endast lämnas ett par exempel på materialbeteckningar, aktuella inom byggnadsfacket:

HS 10-WP HE 15-WP

Den första bokstaven H betyder i båda fallen att legeringen kan värmebehandlas. Tunn plåt (tjocklek < 6,4 mm) betecknas med S och sprutad profil med E. Siffrorna 10 och 15 avser den kemiska sammansättningen (10 = medelhållfast legering av Al-Mg-Si-gruppen, 15 = höghållfast legering av Al-Cu-Mg-gruppen). Av de två bokstäverna efter bindestrecket anger W att upplösningsbehandling utförts varjämte P innebär artificiell åldringshärdning (om upplösningsbehandling utförts och åldringen sker av sig själv är beteckningen T). Det förra materialet tillhör en grupp som med ett äldre men fortfarande vanligt engelskt beteckningssystem kallas AW 10. Det senare tillhör AW 15. I USA har man likaledes kommit fram till i huvudsak två olika legeringar för bärande byggnadskonstruktioner. De har ungefär samma sammansättning och egenskaper som de engelska materialen. I amerikansk standard (21, 22, 23) motsvaras AW 10 av GS11 A medan AW 15 fått benämningen CS41 A. Dessa beteckningar används dock i allmänhet inte av amerikanska aluminiumförsäljare som har ett eget system enligt vilket benämningarna är 61 S-T 6 resp. 14 S-T 6. Det kommersiella amerikanska systemet har fått en ganska stor spridning och torde exempelvis vara det mest använda i vårt land (61 S och 14 S finns inte upptagna i svenska kataloger, 51 S resp. 26 S torde vara de närmast motsvariga som är tillgängliga). Ytterligare skall endast nämnas att man i Schweiz, där aluminium tidigt togs i bruk för tekniska ändamål, kallar AW 10 eller därmed jämförbara legeringar för Anticorodal medan duralen AW 15 benämnes Avional.

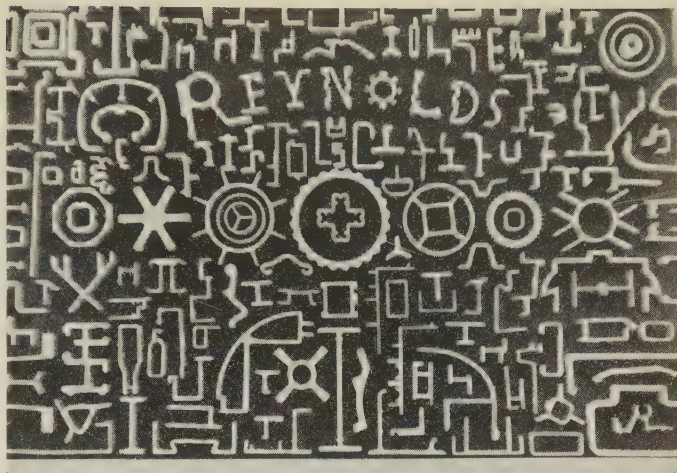


Fig. 10. Provkarta av sprutade profiler från Reynolds Metals Company, USA.

Statisk beräkning och konstruktionsutformning

Ingen konstruktör verksam inom byggnadsfacket torde ha större svårigheter att beräkna en enkel aluminiumkonstruktion så att den utan alltför stora nedböjningar eller spänningar kan överföra avsedd belastning till upplagen. Däremot krävs det åtskilliga specialkunskaper för att han skall kunna åstadkomma ett resultat som har den minsta möjlighet att ekonomiskt konkurrera med en stålkonstruktion. Det är därför knappast riktigt när man ibland säger att en skicklig stålkonstruktör omedelbart är färdig att med framgång arbeta i aluminium. Det finns åtskilliga handböcker och tidskriftsuppsatser (22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29) som innehåller ganska fullständiga rekommendationer för beräkningarnas utförande. En stålkonstruktör som följt med den senaste utvecklingen inom sitt område med övergång till högvärdiga stålqualiteter och nya sektionsformer med tunnare gods (30), står väl inte heller främmande för sådana beräkningar och deras teoretiska bakgrund. Men det fordras säkerligen också en avsevärd praktisk erfarenhet av aluminium som konstruktionsmaterial. Man måste ha en säker känsla för det nya materialets möjligheter och begränsningar. Annars blir aluminiumkonstruktionen en kopia av den stålkonstruktion som lämpar sig för det aktuella fallet och kostnaden blir 2–7 gånger så hög som för stål (31). Det kan hända att materialkostnaden i vissa fall är av underordnad betydelse och att man ändå på grund av andra fördelar väljer aluminium. Men det är uppenbart att om aluminiumkonstruktionerna skall kunna hävda sig på bred front inom byggnadstekniken så krävs det ganska mycken möda i form av forskning, tekniskt utvecklingsarbete och inte minst utbildning. Man kan få en del till skänks från flyget, som nu har några decenniers erfarenhet av intensiv utnyttjning av aluminium i hårt pressade konstruktioner (32). I flygplanens barndom var det vanligt att man utformade t. ex. vingarnas bärande partier ungefär som takstolarna i en byggnad. Den yttre beklädnaden, som av andra orsaker var nödvändig, var inte verksam som bärande element. Numera består vingarna och även kroppen huvudsakligen av ett mer

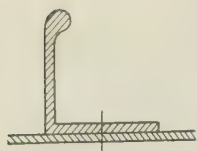


Fig. 11. Bulbprofil fäst vid plåt.

eller mindre avstyvat skal av höghållfast aluminiumplåt, som själv överför belastningen. Sådana skal-konstruktioner (stressed-skin structures) är ännu i stort sett föga kända inom byggnadstekniken. Men de väl värda ett närmare studium (31).

Som nämnts i det föregående har aluminium en elasticitetsmodul som bara uppgår till en tredjedel av stålets. Detta innebär att nedböjningarna blir relativt stora i en aluminiumkonstruktion där material med hög hållfasthet utnyttjas. Massiva sektioner är därför inte lämpliga i balkar utsatta för böjning utan materialet måste spridas så långt som möjligt ifrån tyngdpunktsaxeln. Det är också mycket viktigt att utnyttja kontinuitet över stöd och överhuvud taget bör man eftersträva statiskt obestämda konstruktioner. Där torsion förekommer måste man tänka på att vidta speciella åtgärder för att öka vridstyvheten. Slutna sektioner förekommer ofta.

En annan olägenhet av den låga elasticitetsmodulen är att knäckning blir ett ojämförligt vanligare problem i konstruktioner av aluminium än i de som utföres i stål. Därtill kommer att godset i en sprutad aluminiumprofil av tillverkningstekniska skäl kan göras mycket tunnare än i en valsad stål原因. Korrosionsrisken är inte heller så stor i en aluminiumkonstruktion, varför man i allmänhet inte behöver kräva vissa minimitjocklekar med hänsyn härtill. Vid användning av standardprofiler av stål är det sällan nödvändigt att bekymra sig om andra stabilitetsfenomen än utknäckning av en tryckt stång i dess helhet. I aluminiumkonstruktioner har man också lokalbuckling av de i profilen ingående plåtelementen att ta hänsyn till. Därför utformas ofta tryckta aluminiumprofiler med speciella förstärkningar utefter sina fria kanter (t. ex. bulbprofil, se fig. 11). I de ovan nämnda amerikanska och engelska beräkningsföreskrifterna finns diagram och formler ur vilka man utan större besvär erhåller den tillåtna maximitryckspänningen för de flesta förekommande belastningsfall och randvillkor. Buckling av en plåt innebär emellertid långtifrån alltid att dess bärförmåga är uttömd. När bucklorna växer ändras emellertid sektionens spänningsfördelning på ett sådant sätt att maximispanningen växer snabbare än den totala lasten på tvärsnittet. Man brukar säga att plåtens effektiva bredd minskar. Plana och krökta plåtars beteende efter buckling och fram till brott har studerats såväl experimentellt som teoretiskt av hållfasthetsforskare speciellt inom flygtekniken. Många länder har lämnat sina bidrag, men den tyngst välgående insatsen har gjorts under 1940-talet vid National Advisory Committee for Aeronautics (N. A. C. A.) i USA. Resultaten är publicerade i en rad forskningsrapporter. De ledande männen som svarat för genomförandet av detta väldiga försöksprogram, har också gjort en sammanställning av de vik-

tigaste slutsatserna i en uppsats avsedd för byggnadsfackets män (33). Det är i regel inte lämpligt att tillåta att ett konstruktionselement bucklas under normal bruksbelastning. Å andra sidan förefaller det uppenbart att man vid fastställandet av den tillåtna påkänningen inte bara bör ta hänsyn till plåtens bucklingslast utan också till maximilasten, om denna enligt vederhäftiga undersökningar är avsevärt högre. Här finns en möjlighet att spara material i bärande konstruktioner av aluminium som i viss mån men inte helt konsekvent beaktats i förekommande beräkningsrekommendationer.

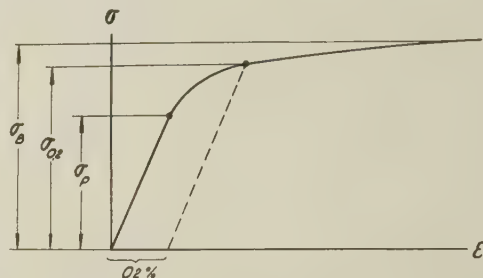


Fig. 12. Spännings-töjningskurva för aluminiumlegering under dragning. Brotttöjningen har av utrymmesskal framställts avsevärt mindre än i verkligheten (8—10 %).

Aluminiumlegeringarna skiljer sig ifrån det mjuka handelsstålet också genom sin spännings-töjningskurva, som inte uppvisar stålets utpräglade sträckgräns. Kurvan är rät upp till proportionalitetsgränsen σ_p (fig. 12), som vid dragning brukar uppgå till 60 à 70 % av brottspänningen σ_B . Sedan vidtager en krökt kurva med avtagande lutning fram till brott, då den är i det närmaste parallell med ϵ -axeln. Töjningen vid brott rör sig om 8—10 % för de ovan nämnda byggnadslegeringarna (för handelsstål > 20 %). Vid material med kontinuerlig, krökt spännings-töjningskurva brukar man även tala om den s. k. 0,2-gränsen ($\sigma_{0,2}$) eller ev. 0,1-gränsen, dvs den spänning då den plastiska töjningen (permanensen) uppgår till 0,2 resp. 0,1 %. Denna gräns avses svara emot stålets sträckgräns. För aluminiumlegeringar ligger den dock avsevärt närmare brottspänningen än vad fallet är vid handelsstål, där σ_B (dragning) ligger ca 80 % över sträckgränsen. I nedanstående tabell ges en sammanställning av $\sigma_{0,1}$, $\sigma_{0,2}$ och σ_B (dragning) för de två engelska materialen HE 10-WP och HE 15-WP (sprutade profiler). Härav

Material	$\sigma_{0,1}$ kg/mm ²	$\sigma_{0,2}$ kg/mm ²	σ_B kg/mm ²
HE 10-WP	23	25	28
HE 15-WP	37	39	43

framgår att 0,2-gränsen uppgår till ca 90 % och 0,1-gränsen till 80—85 % av brott hållfastheten. Denna omständighet har en viss betydelse för bestämningen av säkerfaktorns storlek vid aluminiumlegeringar i byggnadskonstruktioner. I de beräkningsnormer som utgivits av American Society of Civil Engineers (22, 23), har man bestämt den tillåtna dragpåkänningen genom att dividera $\sigma_{0,2}$ med ungefär 2,4. Genom att välja en något högre säkerhets-

faktor i förhållande till sträckgränsen än vad som är normalt vid stålkonstruktioner, har man tagit hänsyn till aluminiumlegeringarnas lägre förhållande mellan brott- och sträckgräns. I England har man på vissa håll ansett att när sträckgränsen är nådd så är deformationerna i de flesta fall så stora att konstruktionen inte längre kan fungera på avsett vis och att man således vid jämförelse med stålkonstruktioner inte behöver ta dragbrottspåningen i beaktande (18). Man brukar emellertid i England räkna med 0,1-gränsen som motsvarande stålets sträckgräns. Tvåfaldig säkerhet ger därvid 10—15 % högre tillåtna påkänningar än för motsvarande material i USA. I de beräkningsföreskrifter som utarbetats av Institution of Structural Engineers (24) rekommenderas dock i stort sett samma tillåtna påkänningar som i de amerikanska. Eftersom aluminiumkonstruktioner ofta utföres höggradigt statiskt obestämda, blir den reella säkerheten mot kollaps i många fall fyr- eller femfaldig eller ännu högre. När ytterligare insikt vunnits om konstruktionernas beteende vid stora töjningar, torde en differentiering av säkerhetsgraderna bli påkallad.

Aluminiumlegeringarnas krökta spännings-töjningskurva komplicerar givetvis beräkningarna, eftersom man inte som vid stål kan anta att materialet följer Hooke's lag tills flytning inträder och konstruktionen därmed är förbrukad, åtminstone om den är statiskt bestämd. För att rationellt kunna utnyttja en aluminiumlegering måste man tillgripa plasticitetsteorin. Speciellt behandlingen av stabilitetsfenomenen blir inom det elasto-plastiska området mycket invecklad. De flesta förekommande problem har emellertid studerats intensivt och fått en åtminstone från praktisk synpunkt tillfredsställande lösning (33, 34, 35).

Av de många ytterligare detaljproblem som möter aluminiumkonstruktören, skall här endast omnämnas ett par. Eftersom temperaturutvidgningskoefficienten är dubbelt så stor som för stål, blir det ibland nödvändigt att anordna speciella expansionsfogar med de extra kostnader dessa medför. I detta sammanhang är emellertid den låga elasticitetsmodulen till fördel. Beträffande utmattningshållfastheten kan slutligen sägas att denna är något sämre än för mjukt stål (16, 22, 23, 29, 36). För de flesta byggnadskonstruktioner torde den dock vara fullt tillfredsställande. Som ett exempel kan nämnas att för den höghållfasta duralen med en statisk draghållfasthet av 43 kg/mm² uppstår brott efter 10 miljoner växlingar mellan ± 17 kg/mm² och efter 60 miljoner växlingar mellan ± 15 kg/mm² (36). För aluminiumlegeringar med högre hållfasthet existerar ingen s. k. utmattningsgräns där ett oändligt antal lastväxlingar kan påläggas utan att brott uppstår.

Förband

Förband i aluminiumkonstruktioner kan utföras genom nitning, bultning, skruvning, svetsning, lödning eller limning. Nitning är vanligast, därnäst kommer sannolikt svetsning. Lödning förekommer endast i speciella fall och aldrig i hårt ansträngda partier. Limning har under de senaste åren intro-

ducerats i flygplanskonstruktioner (37). I Europa använder man i huvudsak två olika patenterade limsorter, det engelska Redux och det schweiziska Araldite, som har något olika egenskaper och kompletterar varandra på ett utmärkt sätt. Med dessa kan man åstadkomma limfogar som har en skjuvhållfasthet av 300—400 kg/cm². Genom lämplig utformning av konstruktionen kan en limfog ofta göras både starkare och billigare än ett motsvarande nitförband. Limningen kräver dock speciella anordningar och dessutom en mycket stor precision i utförandet, varför den inte kan ifrågakomma på en byggnadsarbetsplats. En stor del av de förband som förekommer i exempelvis en takstol av aluminium, utföres dock lämpligen i verkstad före transporten till arbetsplatsen. För dessa är det tänkbart att limning kan bli den mest ekonomiska sammanfogningsmetoden.

Nitar med diametrar upp till $\frac{3}{8}$ " utföres sedan länge i ungefär samma aluminiumlegeringar som användes till plåt och profiler (38). Då större diametrar erfordras, går man vanligen över till stålningar. Sådana medför emellertid ökad konstruktionsvikt (ca 12 %) och framförallt ökad korrosionsrisk. Även om de målas eller t. o. m. galvaniseras kan de i en aggressiv atmosfär frätas sönder ganska snabbt. I inomhuskonstruktioner är dock stålningar vanligen fullt tillfredsställande. Under de senaste åren har man använt aluminiumningar med upp till $\frac{7}{8}$ " diameter, vilka kallslås med stora stationära pressnitmaskiner. Kallnitning kräver nämligen mycket stor presskraft. Varmnitning kan användas vid vissa nitmaterial som kan värmebehandlas, men är alltid ganska besvärlig att utföra bl. a. på grund av aluminiums goda värmeledningsförmåga (varmnitning av stålningar användes normalt utan olägenheter). Vid några av de större byggnadskonstruktioner som beskrivits i det föregående (5, 8), har $\frac{5}{8}$ " aluminiumningar kallslagits på arbetsplatsen med 25 tons pressnitmaskiner drivna med tryckluft. En sådan maskin är emellertid både dyrbar och svårhanterlig och kan inte ekonomiskt försvaras vid mindre och medelstora arbeten, där man får nöja sig med nitdiametrar på upp till allra högst $\frac{1}{2}$ ", vilka kräver ca 15 tons presskraft.

Vid medel- och höghållfasta nitmaterial (t. ex. HR 14-T, se ovan) spricker nitskallarna ofta då stora diametrar kallslås. För att undvika detta utför man en upplösningsbehandling omedelbart före nitningen skall utföras. Nitarna håller sig då mjuka under ca 2 timmar, varefter åldringshärdning automatiskt inträder. Åldringen kan uppskjutas om nitarna förvaras i ett kylskåp. En annan komplikation vid kallslagning av aluminiumningar är att nithålen måste borraras med stor precision. Hålet får vara högst några tiondels mm större än nitdiametern. Eftersom de flesta aluminiumlegeringar utmärkes av god bearbetbarhet, blir håltagningen i praktiken sällan besvärligare än i en stålkonstruktion. Kallslagna aluminiumningar bör inte användas i förband där nitarna blir utsatta för nämnvärd dragning. Den friktion mellan plåtarna som i en nitad stålkonstruktion kan höja förbandets skärhållfasthet ganska väsentligt, förekommer knappast alls i nitförband i alumi-

nium. Dels är friktionskoefficienten aluminium—aluminium låg, dels blir klämkraften vid kallslagna nitar obetydlig. För de starkaste nitar som f. n. finns i handeln, tillåtes vanligen en skjuvpåkänning av ca 7 kg/mm².

Bultar och skruvar utföres också i aluminium men vanligen användes stål i bult- och skruvförband.

Svetsning av aluminiumlegeringar utföres i ganska stor utsträckning. I bärande konstruktioner, speciellt i sådana som är hårt ansträngda, undviker man dock ofta denna sammanfogningsmetod. Anledningen är främst att materialets hållfasthetsegenskaper i regel försämras inom ett område kring svetsen. Materialets förmåga att motstå korrosion nedsättes i vissa fall väsentligt och även andra mindre önskvärda effekter kan uppkomma vid svetsning. Nedsättningen av hållfastheten blir större ju starkare materialet varit från början. I medelhållfasta legeringar brukar man därför reducera de tillåtna påkänningarna ganska avsevärt i närheten av svetsen (22) medan man i höghållfasta material av typen dural ej alls tillåter svetsade förband (23). Genom att förlägga svetsfogar till sådana partier av en bärande konstruktion där den använda legeringens hållfasthet ej är fullt utnyttjad, kan man ändå spara vikt i ganska hög grad genom att tillgripa svetsning. Det är emellertid rätt besvärligt och dyrbart att svetsa i aluminium, varför kostnaden sällan blir lägre än för en nitad konstruktion. Trots att aluminiumlegeringarna har en låg smältpunkt fordrar de i det närmaste lika stor värmetillförsel som vid svetsning av stål på grund av sin goda värmeledningsförmåga och sitt höga specifika värme. Ofta är det nödvändigt att förvärma de konstruktionselement som skall svetsas ihop. Aluminium är alltid överdraget med en tunn oxidhinna som är mycket motståndskraftig och vars tjocklek ökas vid höjd temperatur. Oxidens smältpunkt ligger över 2000° C och den är dessutom ganska svårslöslig. Speciella flussmedel måste därför alltid användas vid svetsning med lufttillträde. Genom ett intensivt utvecklingsarbete har man emellertid nu kommit så långt att en van aluminiumsvetsare i verkstad kan åstadkomma mycket goda förband i de flesta medel- och låghållfasta aluminiummaterial. På en byggnadsarbetsplats torde det inte vara tillrädligt att utföra större svetsarbeten.

De metoder som används vid svetsning i aluminium är i huvudsak gassvetsning, metallbågsvetsning, argonbågsvetsning och motståndssvetsning. Gassvetsning är den metod som tidigare kom till mera allmänt bruk för aluminiumlegeringar (39). Den användes f. n. huvudsakligen vid stumfogar i plåt- och profilmaterial med en godstjocklek varierande mellan 0,7 och 6 mm. Den lämpar sig inte så bra för svetsning av värmebehandlingsbara material i de fall då det inte är lätt att efter svetsningen utföra en ny värmebehandling. Metallbågsvetsning (18, 40) har ett mera vidsträckt användningsområde. Svets hastigheten blir här avsevärt större än vid gassvetsning, vilket är en fördel eftersom därigenom risken för deformation och skevhet i konstruktionen minskar. Ändringen av materialegenskaperna begränsas också till en smal zon. Bågsvetsning användes dock inte gärna för plåt med mindre tjocklek än 1,6 mm. Den

under senare år lanserade argonbågsvetsningen, där svetsningen utföres med wolframelektrod i en atmosfär av ädelgas (argon eller helium), har visat sig vara speciellt fördelaktig för aluminiumlegeringar. Dels slipper man använda flussmedel, dels kan svets hastigheten hållas mycket hög. I England har man f. n. utrustning för argonbågsvetsning av godstjocklekar upp till $\frac{3}{8}$ ". Metoden har möjliggjort användning av svetsning i flera fall där man tidigare ansett det alltför riskabelt, men sannolikt ställer den sig åtminstone än så länge för dyrbar för byggnadskonstruktioner. Motståndssvetsning (41) slutligen förekommer mest i form av punktsvetsning och är f. n. begränsad till tunna plåtar (max. ca 3 mm). Aluminiums goda elektriska ledningsförmåga gör att mycket hög strömstyrka måste användas, vilket innebär dyrbara maskiner. Oxidskiktet vållar också besvär.

Beständighet

Aluminium är ur kemisk synpunkt en mycket oädel metall, vilket normalt borde betyda att den har dålig motståndskraft emot olika kemiska inverkingar. Aluminium och de flesta av dess legeringar oxideras också mycket snabbt i luft. Oxidhinnans tjocklek ökar i regel under de första 10—14 dagarna men håller sig sedan under normala betingelser konstant. Oxidskiktet är tunt men ytterst segt och motståndskraftigt, vilket gör att aluminium i praktiken blir mycket beständigt mot korrosion. Legeringar som innehåller exempelvis magnesium, krom och kisel får en starkare oxidhinna än rent aluminium medan sådana ämnen som koppar, zink och järn inverkar försämrande (36). Här skall korrosionsproblemet endast beröras flyktigt, eftersom det behandlas ingående i detta nummer i en uppsats om aluminium som byggnadsmaterial med i huvudsak icke bärande funktion (42). Endast de specifika konstruktionslegeringarnas egenskaper omnämnes därför i det följande.

Av de två tidigare omnämnda legeringarna AW 10 och AW 15 har den förra mycket god motståndsförmåga mot korrosion under normala förhållanden, såväl inomhus som utomhus. Den behöver inte förses med någon skyddande ytbehandling utom under alldeles speciella omständigheter som t. ex. i en atmosfär som innehåller stora mängder svavel. Den senare legeringen, som innehåller ganska mycket koppar, är avsevärt känsligare för fukt och aggressiva gaser. Endast under gynnsamma förhållanden inomhus är det tillrädligt att lämna dess yta obehandlad.

Vid vissa metaller förekommer s. k. spänningskorrosion, vilket innebär att den normala korrosionen påskyndas avsevärt under inverkan av applicerade yttre krafter eller inre spänningar. Av aluminiumlegeringarna är det egentligen endast de som innehåller zink som är utsatta för spänningskorrosion. De kopparhaltiga legeringarna kan någon gång visa sig känsliga, men det beror då i allmänhet på felaktig värmebehandling (43, 44).

Metallen aluminium har en låg potential. Härigenom kan den i kontakt med andra metaller med

högre potential genom elektrolytisk verkan bli utsatt för en gradvis skeende upplösning. Speciellt farlig är kontakt med koppar, men inte heller järn är helt ofarligt i fuktig atmosfär. Direkt kontakt mellan betong, cementbruk eller kalkbruk å ena sidan och aluminium å andra sidan bör inte heller förekomma, eftersom den täckande aluminiumoxiden angripes av alkalier. I allmänhet är det tillräckligt att skydda aluminiumlegeringen med en asfaltstrykning eller ett lager asfaltpapp.

Där aluminiumkonstruktionen i sin helhet måste ytbehandlas, är det vanliga förfarandet målning med färg som innehåller zink- eller bariumkromat. Det finns många andra utexperimenterade skyddsmetoder såsom anodoxidering, plätering med renaluminium, förkromning m. m. De är emellertid i regel alltför dyrbara i bärande byggnadskonstruktioner och användes bara när det anses nödvändigt av estetiska skäl.

I byggnadskonstruktioner är det ofta mycket väsentligt att de bärande elementen kan motstå eld och därmed följande upphettning under en viss tid utan att förlora så mycket av sin hållfasthet att totalkollaps blir följden. Aluminiumlegeringarnas beständighet i detta avseende är av naturliga skäl ganska oprövad. En utredning lär vara igång i England, men ännu föreligger inga resultat. Det torde dock vara ganska uppenbart att helt oskyddat aluminium har en mycket låg eldhärdighet. Smältpunkten ligger föga över 500°C och redan vid $100\text{--}150^{\circ}\text{C}$ börjar hållfastheten och elasticitetsmodulen att avta hastigt (16, 36) (fig. 13). Vid 250° ligger brothållfastheten i dragning för de flesta legeringar på ungefär hälften av den normala vid rumstemperatur. Det arbetas f. n. intensivt på att få fram mera värmehärdiga aluminiumlegeringar, men det förefaller knappast troligt att någon mera avsevärd förbättring skulle vara möjlig (45). Nämnas kan att man inom flygtekniken där man når höga temperaturer vid överljudshastigheter på låg höjd, har börjat att se att se sig om efter andra lämpligare metaller.

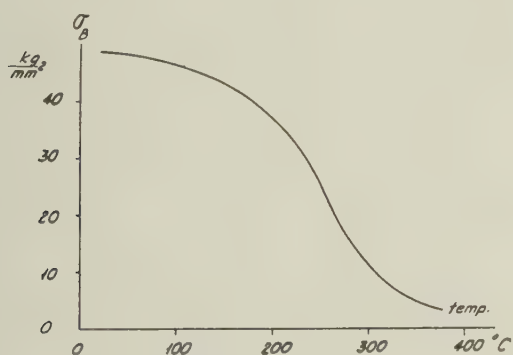


Fig. 13. Brothållfasthet för dural vid olika temperaturer (provstycket har utsatts för resp. temperaturer under ca 1 timme, kurvan hämtad från ref. [16]).

Det har sagts att aluminiums goda värmeledande förmåga relativt stål skulle uppväga dess låga smältpunkt, men därom vet man mycket litet. Dess höga specifika värme är givetvis i och för sig också en fördel, som emellertid reduceras avsevärt av det faktum att en aluminiumkonstruktion väger avsevärt mindre än en stålkonstruktion och i realiteten

i allmänhet har en mindre värmeupptagande förmåga. Aluminiums höga temperaturutvidgningskoefficient gör att stor omsorg måste nedläggas vid konstruktionsarbetet för att ge aluminiumelementen tillräckligt expansionsutrymme, så att de inte störtar omkull tegel- eller betongväggar vid en eventuell brand (en 10 m lång aluminiumstång förlänges vid 200° uppvärmning nära 5 cm).

Det förefaller vara allt skäl att avvakta ytterligare fakta innan man väljer oskyddat aluminium som material för bärande takonstruktioner i byggnader där nämnvärda kvantiteter av brännbart material kommer att förvaras.

Sammanfattning av fördelar och nackdelar. Ekonomi

Som konstruktionsmaterial är aluminium närmast en konkurrent till stålet (vid mindre spännvidder kanske också till träet). Det förefaller därför vara motiverat att söka sammanställa dess viktigaste fördelar och nackdelar i jämförelse med det vanliga handelsstålet.

Fördelar:

1. Hög hållfasthet i förhållande till specifik vikt.
2. God korrosionsbeständighet.
3. Lätt att forma genom sprutning till profiler av önskad sektion.
4. Lätt att bearbeta (innebär att sågning, borrar, fräsning etc. går snabbt och inte kräver dyrbara verktyg).
5. Tilltalande utseende.

Nackdelar:

1. Hög kostnad per viktsenhet.
2. Låg elasticitetsmodul.
3. Hög värmeutvidgningskoefficient.
4. Dålig värmebeständighet.
5. Svårigheter att framställa jämnstarka förband billigt.
6. Kräver högt kvalificerade konstruktörer.

Man brukar räkna med att aluminium (HE 10-WP) kostar ungefär 7 gånger så mycket som stål per viktsenhet eller 2,5 gånger så mycket per volymenhet (engelsk uppgift; i Sverige är priset för en grövre sprutad profil av 51 S f. n. ca 5 kr/kg). I de broar som utförts, har viktsbesparingen som regel uppgått till ca 50 %, i vissa fall upp till närmare 60 %. Ungefär samma siffror gäller för takonstruktioner. Vid stora spännvidder, där egenvikten blir den dominerande belastningen, har man dock lyckats göra en besparing av ca 85 % (aluminiumkonstruktionen väger ca $\frac{1}{7}$ av stålkonstruktionen). Det synes alltså endast i vissa speciella fall vara möjligt att komma ner till ungefär samma materialkostnad för aluminium som för stål. Aluminium är emellertid fortfarande en metall under stark utveckling. Det är troligt att dess pris kommer att sjunka ytterligare i förhållande till stålets och det är möjligt att egenskaperna i vissa avseenden kan förbättras eller utnyttjas bättre. Även om det sålunda f. n. bara någon enstaka gång är ekonomiskt lönande att övergå till aluminium i bärande byggnadskonstruktioner, så förefaller det ändå vara en klok politik att nu söka skaffa sig erfarenheter på området för

framtida behov. Ett experimenterande i större skala, som man kan tillåta sig i USA och England, är väl inte möjligt i vårt land. Men någon del av den svenska byggnadsforskningskapaciteten borde kunna ägnas åt aluminiumkonstruktioner. Vad som behövs just nu är nämligen inte mera reklam för aluminium utan i stället förutsättningslösa utredningar och sakkunniga ingenjörer som kan utnyttja materialet på rätt sätt. Det torde knappast vara till fördel för någon i det långa loppet om aluminiumkonstruktioner helt hastigt blir en modefluga, innan förutsättningar skapats för en rationell utformning och ett fackmässigt utförande.

LITTERATUR

- (1) The Use of Aluminium Alloys in Structural Engineering. The Aluminium Development Association, London, Nov. 1950.
- (2) Aluminium in Service. The Aluminium Development Association, London, May 1949.
- (3) Fröhlich, H.: Entwicklungsstand des Leichtmetalls für Ingenieurbauten in England. Die Bautechnik 30, Heft 1 (Januar 1953), S. 14—20.
- (4) Engineering in the Festival of Britain. II — The Dome of Discovery at the South Bank Exhibition. Engineering, Vol. 171, No. 4447 (April 20, 1951), p. 453—456.
- (5) Devereux, W. C.: Aluminum in Heavy Construction. Modern Metals, Vol. VIII, No. 8 (Sept. 1952), p. 28—35.
- (6) Aluminium im Bauwesen. Die Aluminium-Zentrale E. V., Düsseldorf, 1951.
- (7) Aluminium-Alloy Aircraft Hangar. Engineering, Vol. 171, No. 4453 (June 1, 1951), p. 654—655.
- (8) Ward, L. E.: The Design and Construction of a Three Bay Aluminium Aircraft Hangar at London Airport. The Structural Engineer, Vol. XXXI, No. 4 (April 1953), p. 103—110.
- (9) Aluminium Flight Hangar for the Comet Airliner. The Architects' Journal, Vol. 117, No. 3022 (Jan. 29, 1953), p. 169—170.
- (10) Aluminium Hangar for »Comet» Aircraft. Engineering, Vol. 175, No. 4539 (Jan. 23, 1953), p. 97—99.
- (11) Aluminium-Alloy Hangar. Aircraft Production, Vol. XV, No. 173 (March 1953), p. 92.
- (12) More Room for Comets. The Aeroplane, Vol. LXXXIV, No. 2166 (Jan. 23, 1953), p. 109.
- (13) A 200 ft. Span Aluminium Hangar. Engineer, Vol. 195, No. 5061 (Jan. 23, 1953), p. 127—129.
- (14) Hill, F. T.: Materials of Aircraft Construction. London 1944.
- (15) Vinsonneau, F.: Utilisation des alliages légers à haute résistance. Technique et Science Aéronautiques 1952, No. 4, p. 205—223.
- (16) The Properties of Aluminium and Its Alloys. The Aluminium Development Association, Information Bulletin No. 2, London, Dec. 1949.
- (17) Aluminium and Aluminium Alloy Extruded Sections. The Aluminium Development Association, Information Bulletin No. 16, London, Oct. 1949.
- (18) Bailey, D. C.: Light Alloys. Journal of the Institution of Civil Engineers, Vol. 34, No. 8, 1949—1950 (Oct. 1950), p. 280—305.
- (19) Pike, D. V.: To Design in Aluminium Alloys. Föredrag vid lättmetalldagarna, »Lättmetall 53» den 26—27 mars 1953, anordnade av Sv. Teknologföreningen, Sveriges Järn- och Metallmanufaktur-förening, Sveriges Mekanförbund och Sveriges Verkstadsingenjörers förening.
- (20) Aluminium and Aluminium Alloys in Building, Part I and II. Building Research Station Digest No. 39 (Febr. 1952) and 40 (March 1952).
- (21) A S T M Standards on Light Metals and Alloys. American Society for Testing Materials, Philadelphia, March 1953.
- (22) Committee of the Structural Division on Design in Lightweight Structural Alloys: Specifications for Structures of a Moderate Strength Aluminum Alloy of High Resistance to Corrosion. Proceedings American Society of Civil Engineers, Vol. 78, Separate No. 132, May 1952.
- (23) Committee of the Structural Division on Design in Lightweight Structural Alloys: Specifications for Heavy Duty Structures of High-Strength Aluminum Alloy. Proceedings American Society of Civil Engineers, Vol. 76, Separate No. 22, June 1950.
- (24) Report on the Structural Use of Aluminium Alloys in Buildings. The Institution of Structural Engineers, London, Sept. 1950.
- (25) Temple J. E.: Handbook of Structural Design in the Aluminium Alloys. James Booth & Co, Birmingham 1947.
- (26) Structural Handbook. Aluminum Company of America, 1950 (1st ed. 1930).
- (27) Baker, J. F. and Roderick, J. W.: The Strength of Light Alloy Struts. The Aluminium Development Association, Research Report No. 3, London 1948.
- (28) Aluminium Structural Design. Reynolds Metals Company, 1949.
- (29) Sutter, K.: Erfahrungen im Berechnen von Leichtmetall-Konstruktionen. Economie et Technique des Transports, 20e Année, No. 7—9 (Juillet—Sept. 1951), p. 86—97 et No. 10—12 (Oct.—Déc. 1951), p. 113—131.
- (30) Bengtsson, B. Å.: Lätta takkonstruktioner av stål. Byggmästaren 31 (1952), nr B 8, s. 175—180.
- (31) Ghaswala, S. K.: Basic Concepts of Structural Theory of Aluminium Alloys. International Association for Bridge and Structural Engineering, Fourth Congress, Cambridge and London 1952, Preliminary Publication, p. 571—591.
- (32) Shanley, F.: Weight-Strength Analysis of Aircraft Structures. New York, Toronto and London 1952.
- (33) Stowell, E. Z., Heimerl, G. J., Libove, C., and Lundquist, E. E.: Buckling Stresses for Flat Plates and Sections. Proceedings American Society of Civil Engineers, Vol. 77, Separate No. 77, July 1951.
- (34) Bijlaard, P. P.: Some Contributions to the Theory of Elastic and Plastic Stability. International Association for Bridge and Structural Engineering. Publications Vol. 8, 1947, p. 17—80.
- (35) Eggwertz, S.: Buckling Stresses of Box-Beams under Pure Bending. Flygtekniska Försöksanstalten, Meddelande nr 33, Stockholm — Ulvsunda 1950.
- (36) Benedicks, C. och Löfqvist, H.: Lättlegeringar Al, Mg. Stockholm 1945.
- (37) Moss, C. J.: Bonding of Metals. Metallurgia 43, No. 260 (June 1951), p. 267—272.
- (38) Riveting of Wrought Aluminium Alloys. The Aluminium Development Association, Information Bulletin No. 8, London, Oct. 1944 (reprinted Dec. 1946).
- (39) The Gas Welding of Aluminium. The Aluminium Development Association, Information Bulletin No. 5, London, July 1952.
- (40) The Arc Welding of Aluminium. The Aluminium Development Association. Information Bulletin No. 19, under utgivande.
- (41) Resistance Welding of Wrought Aluminium Alloys. The Aluminium Development Association, Information Bulletin No. 6, London, June 1952.
- (42) Karlén, I.: Aluminium som byggnadsmaterial, Byggmästaren 1953, B9, s. 185—196.
- (43) A S T M and A I M E Symposium on Stress-Corrosion Cracking of Metals 1944. American Society for Testing Materials and American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, York, Pa, USA, 1945.
- (44) Brenner, P.: Spannungskorrosion bei Aluminiumlegierungen. Zeitschrift für Metallkunde, Band 44, Heft 3 (März 1953), S. 85—97.
- (45) Nock, J. A.: Aluminum Alloy Family Gets New Quartet. SAE Journal (The Society of Automotive Engineers), Vol. 61, No. 3 (March 1953), p. 65—67.

ALUMINIUM FÖR TAKTÄCKNING

Av civilingenjör SVR Rune Hanson

DK 691.771:69.024.15

Ett gammalt önskemål med taktäckningar är, att de om möjligt bör utan betungande underhåll ha samma livslängd som byggnaden i övrigt — dvs. för normala fall mer än femtio år. Med våra traditionella taktäckningar — papp, förzinkad plåt och taktegel samt för gårdar och altaner gjutasfalt eller skyddad membranisolering — uppnås dock inte detta. En normal papptäckning måste sålunda förnyas vanligen efter ca 15 år och tak av förzinkad plåt måste — för att stå emot rostbildningen — målas ungefär vart femte år men håller likväl endast ca trettio år — i gynnsamma fall fyrtio. Trots att tegeltak relativt lätt skadas genom mekaniska och klimatiska påfrestningar vållar de dock vanligen mindre bekymmer än papp- och plåttak, när skadorna är lätta att upptäcka och reparera — dvs. skadade pannor byts ut mot nya. Särskilt bekymmersamt har det varit med gårdar och altaner — normala membranisoleringar är ibland ruttna efter tio år och gjutasfalt spricker i vissa fall ganska snart eller bläsar upp.

Vid krav på underhållsfria tak har man hittills i stort sett varit hänvisad till täckning med koppar eller skiffer — vilket emellertid ställer sig dyrt och därför inte är ekonomiskt försvarligt för vanliga byggnader. Det är därför glädjande att kunna konstatera, att nya taktäckningslösningar nu börjat prövas, och de som kanske lovar mest torde de med aluminium vara. Även andra lösningar torde snart vara mogna för praktiken — här skyntar bl. a. material på basis av plast. I jämförelse med dessa har aluminium dock den fördelen att ha varit provat länge — åtminstone sedan 1897 på t. ex. San Gioacchino-kyrkan i Rom. Man har därför kunnat få en god uppfattning om materialets egenskaper, bl. a. ifråga om dess normala åldrande.

De erfarenheter som vunnits här och på andra håll tyder på, att aluminium ifråga om hållbarhet nästan kan jämföras med koppar. I prishänseende är det emellertid avsevärt fördelaktigare — närmast jämfällt med förzinkad plåt. I utlandet har man redan provat en del olika metoder för täckning med aluminium och beträffande några av dessa — som kan tänkas bli användbara i Sverige, om materialet klarar påfrestningarna i vårt stränga klimat — skall i det följande ges en kort presentation.

Som fördelar med aluminium har nämnts att det är billigt och hållbart. Hållbarheten är dock beroende av att det inte kommer i kontakt med vissa metaller, bl. a. koppar — undantag utgör dock i viss mån zink eller förzinkad plåt — eller med alkalihaltiga material såsom murbruk, betong eller lättbetong. Givetvis bör ej heller vatten från dylika material ges tillfälle att rinna över eller på annat sätt komma i beröring med aluminium. Denna känslighet för elektrolyter kan delvis elimineras genom legering med mangan — legeringen Al-Mn är också vanlig för taktäckning. Förbättrat korrosionsmotstånd kan även erhållas om materialet doppas i ett elektrolytiskt

bad — flera sådana metoder finns. I jämförelse med järnplåt kan konstateras

att aluminium endast är tredjedelen så tungt;

att aluminium har dubbelt så stora temperaturrörelser;

(dilationen måste därför ägnas stor uppmärksamhet vid taktäckning);

att aluminium är sprötare; dess maximala töjning är endast ca tredjedelen av järnets (för att aluminium inte skall brytas vid böckning måste man därför använda speciell teknik).

Som en ytterligare fördel med aluminium förtjänar framhållas, att det — i rent skick — är nästan fullständigt reflekterande, vilket minskar värmeavgivningen på vintern och värmeupptagningen på sommaren. I praktiken nedsätts dock denna effekt ofta en del genom det tunna korrosionslager som alltid uppstår.

Beträffande olika metoder för taktäckning med aluminium kan man i första hand skilja mellan täckning med plåt — vanligen 0,6 till 0,8 mm tjock — och täckning med folie — vanligen 0,05 till 0,4 mm tjock. Plåt är lämplig framförallt där man lätt kan spika — således på underlag av trä — samt för större lutningar — $> 1:8$ (7°) beroende på taktäckningsmetoden. Folie måste klistras och är därför i synnerhet lämplig där man har svårt att spika, exempelvis på underlag av betong och lättbetong, samt för små lutningar.

Täckning med aluminiumplåt

Man kan här skilja mellan täckning med slät plåt — bl. a. dubbelfalsad långplåt, långplåt med skarvskenor och kantveckad långplåt — täckning med korrugerad plåt — dels motsvarande vanlig korrugerad plåt, dels i form av tvärkorrugerade band — samt täckning med plattor — vanligen korrugerade. Slät plåt läggs alltid och plattor oftast på papptäckt träpanel, medan korrugerad plåt läggs på fribärande åsar eller läkt.

Täckning med dubbelfalsad långplåt torde kunna användas för lutningar $> 1:8$ (7°); påminner närmast om traditionell plåttäckning. Täckningen tillgår så, att plåten — som levereras i ca 60 cm breda rullar — läggs i om möjligt hela våder från nock till takfot (fig. 1). I längdskarvarna dubbelfalsas, varvid plåten med hänsyn till temperaturavvikelsena ges några millimeters spelrum. För att plåten inte skall brytas vid böckningen använder man härvid speciella verktyg (jfr fig. 1) så att vikningarna blir mjukt rundade. Falsarna tätas medelst strykning med linolja tillsatt med något zinkvitt. Med hänsyn till de stora temperaturrörelserna utbildas falsen på ca var tionde meter som en dilatationsfog (fig. 2 a) vilket även gäller eventuella skarvar i längdriktningen (fig. 2 b och c).

Täckning med långplåt och skarvskenor tillgår så, att plåtarna — som görs färdiga med uppstående

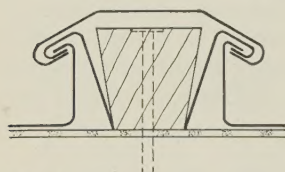


Fig. 2. Dilationsfogar för dubbel-falsade aluminiumtak, med vilka taket inrutas med 10 metersidor. a visar en längsgående fog samt b och c tvärgående fogar.

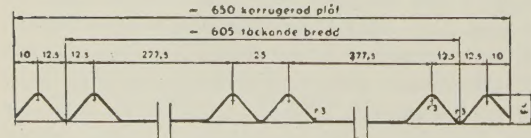
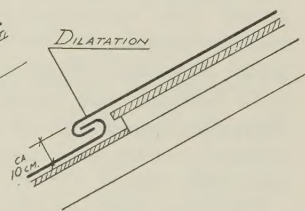
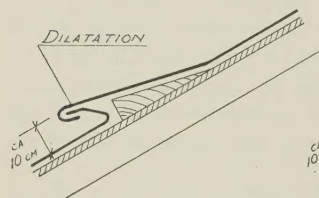


Fig. 3. Detaljer för kantveckad
långplåt.
a. Ett tvärsnitt genom en plåt.
b. Spikning med aluminiumspik
och tätning med brickor av plast.

falser på marken — fästs på underlaget med aluminiumklammer och därefter fogas samman med speciella skarvskenor som träas på från ändarna (fig. 4). Lutningen torde minst behöva vara 15° .

Täckning med kantveckad långplåt — som levereras i standardlängder upp till 3,5 m — motsvarar i viss mån täckning med plattor i det att plåtarna även på mitten är försedda med ett par veck för att öka styvheten. Kantveckens uppgift är eljest att åstadkomma erforderlig tätning mellan plåtarna, varvid de M-formade vecken läggs över varandra. Fastsättningen sker med aluminiumspik, vartill hör tätningssbrickor av plast, (fig. 3). Lutningen torde minst behöva vara 15°.

Täckning med korrugerad plåt — i typ närmast svarande mot vanlig korrugerad järnplåt — är en enkel metod som torde komma till stor användning i många fall. Plåtarna — som kan göras mycket långa, i Sverige just nu ej längre än 3,5 meter, och fribärande upp till 2,4 m — väger inte mer än högst ca 2,5 kg/m² täckande yta, (fig. 6). Minsta lutning torde vara 15°.

Täckning med tvärkorrugerad plåt ger en speciell typ av aluminiumtak (fig. 5). Täckningen tillgår så, att plåten — som består av ca 60 cm breda tvärkorrugerade band — rullas ut vinkelrätt mot takfallet och kläms fast i speciella hållare som griper in i korrugeringarna — någon annan fastsättning erfordras ej. Denna täckningstyp blir därför mycket lätt både att lägga och att demontera. Som underlag används lämpligen regler med c/c-avstånd 50 cm. Lutningen bör nog vara minst 15° .

Täckning med aluminiumplattor är en metod som föreslagits med olika detaljutföranden. Fig. 7 visar

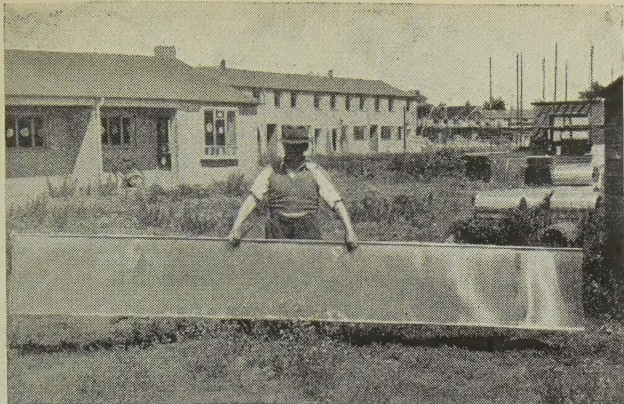


Fig. 4 a.

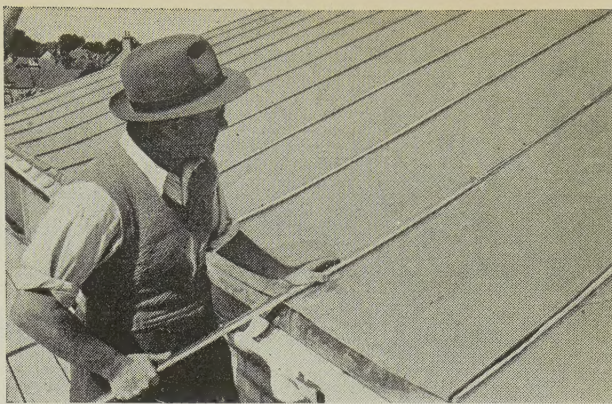


Fig. 4 c.

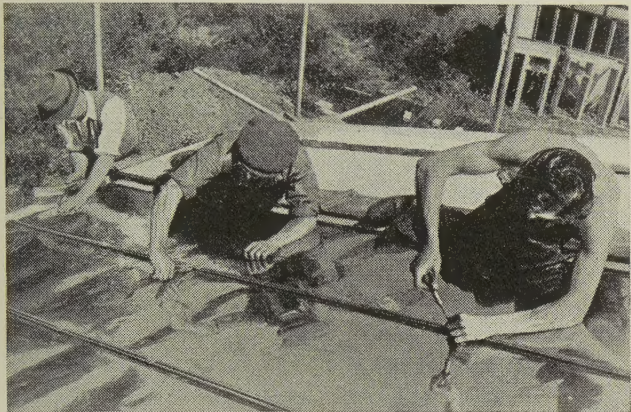


Fig. 4 b.

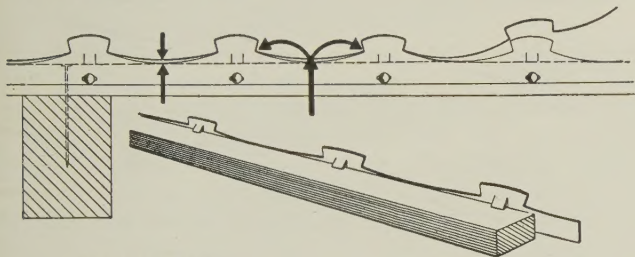


Fig. 5 a. (Ovan)

Fig. 4. Täckning med långplåt och skarvskenor.
a. En plåt med uppbockade falsar.
b. Plåtarna klamras fast med aluminiumklammer.
c. Skarvskenorna träs på falsarna.

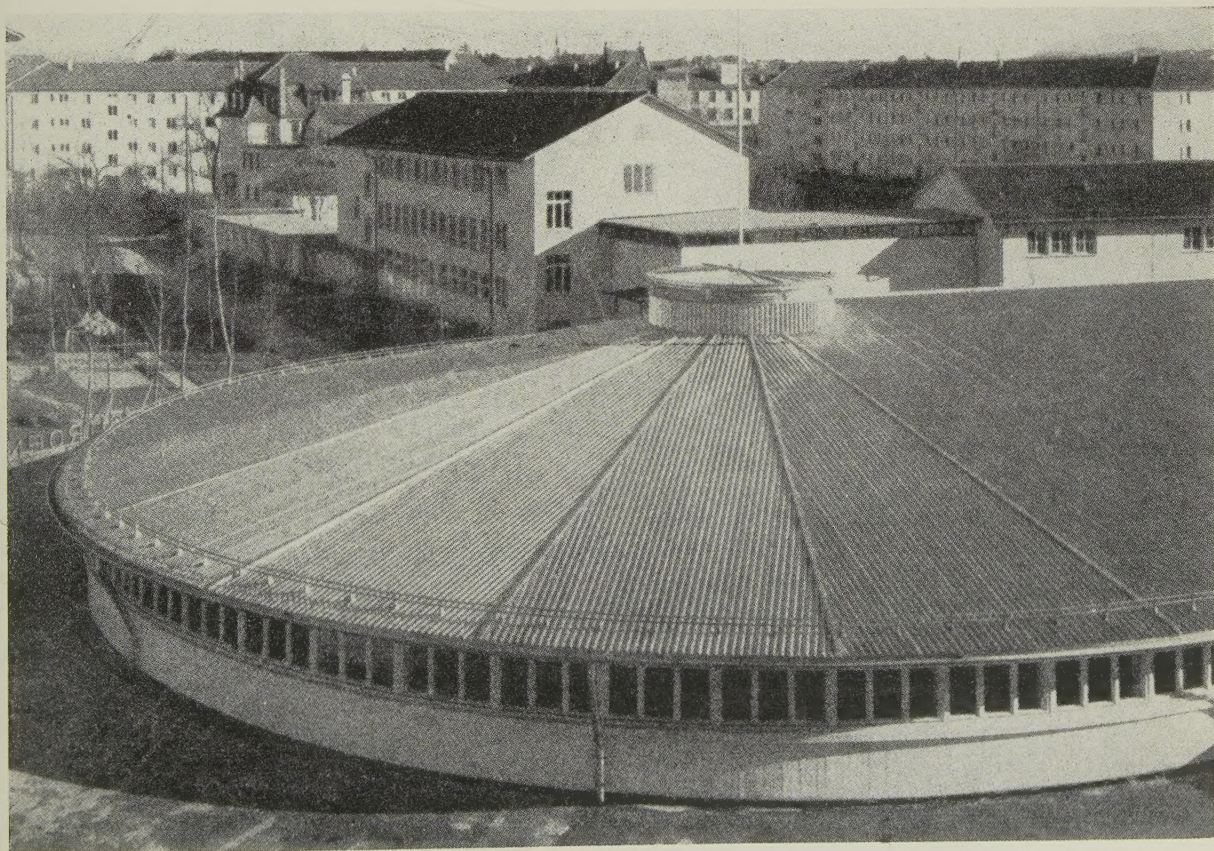
Fig. 5. a och b. Täckning med tvärkorrugerad plåt. Banden pressas fast i speciella hållare och kan därför lätt demonteras.

Fig. 6. Tak täckt med korrugerad aluminiumplåt.



Fig. 5 b. (Nedan)

Fig. 6. (Nedan)



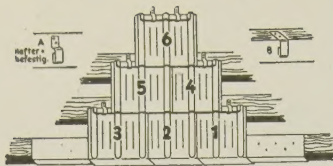


Fig. 7. Principen för uppläggning av en typ aluminiumplattor. Den övre plattans undre fläns griper in i den undres övre fläns.

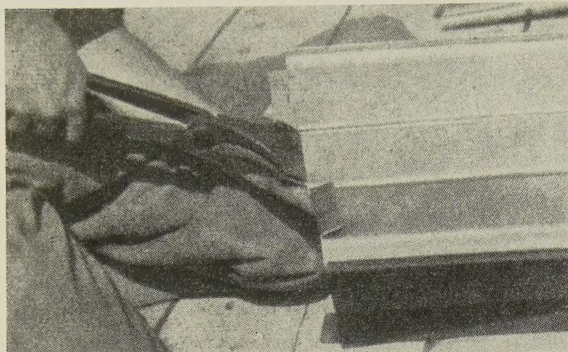


Fig. 8 a.

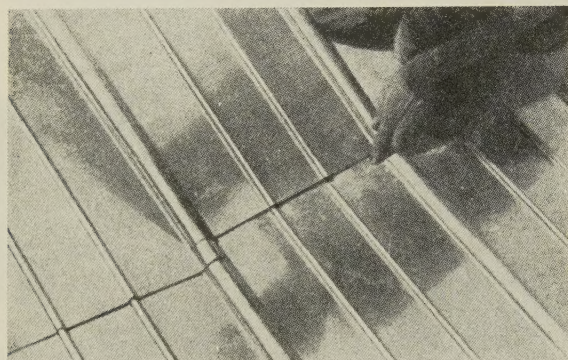


Fig. 8 b.

Fig. 8. a och b. Principen för montering av en annan typ av aluminiumplattor än fig. 7.

ett utförande med plattor — ca 45 cm breda och 60 cm höga — där den ovanförliggande plattan griper in i den underliggandes övre fläns. Härigenom åstadkomms ett gott skydd mot drivvatten och yrsnö — bättre än som exempelvis är möjligt vid tegeltak. Den tyske fabrikanten föreslår optimistiskt att tak med denna täckning bör kunna lutas ned till 1:10 — dvs. 6° — en lutning som dock inte torde vara att rekommendera för vårt lands vidkommande. Man torde ibland med denna taktäckningstyp tack vare flänsarna kunna lägga plattorna direkt på fribärande regler och slippa från den eljest vanliga träpanelen plus pappunderlag. Dessa plattor förekommer även i större storlekar bl. a. 80 × 170 cm — varvid läktavståndet kan göras så stort som 65 cm.

En annan typ av plattor visas i fig. 8. Tätningen mellan dessa plattor är emellertid ej så effektiv som hos föregående typ, varför lutningen knappast bör vara mindre än 15°, varjämte underlaget bör bestå av papptäckt trä. Plattorna är vanligen 1—2 m långa.

Täckning med aluminiumfolie

Aluminiumfolie används som nämnts framförallt där man har behov av klistrade taktäckningar — således vid små lutningar eller där det är svårt att spika i underlaget. Den bildar därvid antingen färdig tak-

yta — klistrade aluminiumtak — eller ingår som membran i vattenisoleringar på överbyggda gårdar och altaner — aluminiummembraner. En viktig fråga i detta sammanhang är, hur tjock folie som bör användas för olika fall. Tyska statliga rekommendationer anger 0,2 mm som absolut minimum men det kan ifrågasättas om detta ofta inte är onödigt mycket. Å andra sidan har en alltför tunn folie vissa nackdelar, varav må framhållas större svårigheter att hantera materialet samt ökade risker för veck och hål genom mekanisk åverkan och för skador genom korrosion — frågor som erfarenheten får ge svar på.

Klistrade aluminiumtak — vilka först på allra senaste tiden kommit till användning i vårt land — har redan använts i årtionden i utlandet, bl. a. i Tyskland. Man har där använt både slät aluminiumfolie och nopprad — dvs. folie i vilken pressats upp tätt sittande små upphöjningar av några millimeters höjd. Avsikten med noppringen är att öka tätningskraften hos den vanligen 0,2—0,3 mm tjocka folien. Som skydd för korrosionsangrepp från underlaget förses folien vid fabrikationen ofta med ett stabiliserat asfaltskikt på undersidan. Nopprad folie är vanligen så styv att den måste klistras med asfaltmassa som stabiliserats t. ex. med asbestfibrer. Dylik klistermassa måste spacklas ut på underlaget — åtgången blir vanligen 2—3 kg per kvadratmeter. Underlaget utgörs som regel av impregnerad asfalt-papp — samma som vid traditionell papptäckning.

Väderna kan fogas samman antingen med stående dubbelfalser som vid vanlig plåttäckning eller med klistring som vid papptäckning. Dubbelfalsning blir dyrast och ger sämre säkerhet mot otätheter än klistring, varför dubbelfalsning i framtiden endast torde komma ifråga där man önskar ge taket samma utseende som vid vanlig plåttäckning. Beträffande dilatationsfogar föreskriver tillverkarna, att sådana bör utföras i samma utsträckning som vid täckning med dubbelfalsad långplåt. Det kan dock ifrågasättas om temperaturrörelserna vid klistrade aluminiumtak — tack vare klistringen — kan tillmätas samma betydelse som vid övriga aluminiumtak.

En annan typ av klistrade aluminiumtak har kommit fram i vårt land på senaste tid — nämligen med asfalt-papp som vid fabrikationen försetts med ett ytskikt av mycket tunn aluminiumfolie, 0,05—0,06 mm tjock. Denna täckning utförs i stort sett som vanlig papptäckning.

Aluminiummembraner har redan använts flera år i vårt land. Härtill används både slät och nopprad folie.

Slät folie — vanligen 0,05—0,08 mm tjock — har oftast använts som underlagstäckning vid papptak eller som vattenisolering — i ett eller flera skikt — ej sällan i kombination med asfalt-papp eller asfalt-matta. I utlandet har folien även använts i stället för råpapp vid framställning av takpapp. Dylik folie kan vanligen klistras med ren varmasfalt.

Nopprad folie — vanligen 0,10—0,20 mm tjock och med benämning pyramidreflad aluminiumfolie — har ofta använts ensam för vattenisoleringen, dock oftast i kombination med tunn asfalt-papp. Denna typ av folie måste klistras med stabiliserad asfaltmassa.